

प्रथम संस्करण, १९४४

द्वितीय संस्करण, १९५०

प्रकाशक—किताब-महल, ५६-ए जीरो रोड, इलाहाबाद

मुद्रक—मनोहरलाल खरबन्दा लॉ प्रिंटिंग प्रेस, इलाहाबाद

समर्पण

आनन्द कौसल्यायनके कर-कमलोंमें
जिनकी मित्रता मेरी जीवन-प्रगतिका
एक अभिन्न अंश बन गई है।

प्राक्कथन

साइंसके युगमें विश्व और जीवनके प्रति हमारी दार्शनिक दृष्टि किस प्रकारकी होनी चाहिए, इसपर एक पुस्तक लिखनेकेलिए मैंने क्रलम उठाई, लेकिन हिन्दीमें किस प्रकार ऐसे ग्रंथोंकी कमी है, उसे देखते हुए भिन्न-भिन्न साइंस-संबंधी विचारोंकी ओर इशारा करते हुए चल देना, केवल हिन्दी जाननेवाले पाठकोंके प्रति अन्यायसा मालूम हुआ। और जब मैंने कुछ साइंस-संबंधी विचारोंपर भी लिखना शुरू किया, तो यह समझनेमें बहुत देर नहीं लगी, कि सभी विषयोंको इकट्ठा कर एक पुस्तक नाम देनेकी जगह यही अच्छा है, कि उन्हें एक दूसरेकी सहायक, किन्तु स्वतंत्र पुस्तकें समझा जाये। फलतः मेरी एक पुस्तककी योजनाने चार पुस्तकोंका रूप लिया जिनमें पहिली है यही "विश्वकी रूपरेखा", दूसरी "मानव-समाज", तीसरी "दर्शन-दिग्दर्शन" और अन्तिम "वैज्ञानिक भौतिकवाद"।

"विश्वकी रूपरेखा"में मैंने क्या लिखा है, इसके जातनेके लिए पुस्तक आपके सामने है। मैंने विषयको भरसक सरल करनेकी कोशिश की है, और यह ध्यानमें रखा है, कि उसी तलकी योग्यता रखनेवाले अंग्रेजीदाँ पाठकको यहाँ वर्णित विषय समझनेमें जितने आसान लगें, उतनेसे कुछ कम योग्यता रखनेवाले हिन्दीदाँ पाठक भी उन्हें समझ सकें। इसमें मुझे कितनी सफलता हुई है, इसे पाठक ही बतला सकते हैं।

पुस्तकमें कितने ही ऐसे नये विषय आए हैं, जिनपर अभी हिन्दीमें क्रलम उठाना मुश्किल समझा जाता है; किन्तु अपने अनुभवके बलपर मैं कह सकता हूँ, कि मुझे उसमें कोई विशेष अड़चन नहीं मालूम हुई।—वस्तुतः हमारी हिन्दी उससे कहीं अधिक क्षमता रखती है, जितनी कि "पानीमें पैर रखने"से पहिले हम समझते हैं। साइंसके पारिभाषिक शब्दोंके चुनावमें मैंने कुछ स्वतंत्रतासे काम लिया है, किन्तु जिन प्रनिशब्दोंको मैंने यहाँ अन्तिम

घार चुना है, उन्हें कई बारकी प्रयोगकी कसौटीपर उतरना पड़ा है, इसलिए वह अपने पर्यायवाची पश्चिमी शब्दके बहुत नज़दीक भी हैं। पाठकों और लेखकोंकी जानकारीके लिए मैंने अंग्रेजी प्रतिशब्दोंके साथ इन परिभाषाओंकी एक सूची दे दी है।

मैं समझता हूँ, मैंने इस ग्रंथको लिखनेमें अनधिकार चेष्टा की है।—विषय साइंस हो उसमें भी "सापेक्षतावाद", "क्वन्तम्-सिद्धान्त", परमाणुकी भीतरी दुनिया जैसे सूक्ष्म तत्त्व, और फिर उसपर क़लम उठावे एक ऐसा व्यक्ति जो साइंसका ग्रेजुएट तो क्या, जिसने विश्वविद्यालयके चौखटेके भीतर कभी क़दम भी न रखा हो; इससे बढ़कर धृष्टता क्या हो सकती है? तो भी ऐसी धृष्टताके लिए मैं मजबूर था। जबतक अधिकारी व्यक्ति हिन्दी, तथा केवल हिन्दीदाँ जनताको अपनी कृपाका पात्र नहीं समझते, तब तक मेरे जैसे अनधिकारियोंको धृष्टता करनी ही पड़ेगी।

पुस्तक लिखनेमें जिन विद्वानोंके ग्रंथोंसे मैंने सहायता ली है, उनमें कुछ्के नाम जहाँ-तहाँ आ गये हैं, और कितने हीके नाम मैंने अन्तमें दे दिए हैं। रसायनशास्त्रके ६२ तत्त्वोंकी सूची तथा उनकी विशेषताओंको मैं अपने पासकी सामग्रीसे पूरा नहीं कर सकता था; इसे मेरे तरुण मित्र श्री शिवयोगी तिवारी एम० एस्-सी० (हिन्दू विश्वविद्यालय)ने पूरा कर दिया, जिसके लिए मैं उनका आभारी हूँ।

सेंट्रल जेल
हजारीबाग, १२-२-४२

राहुल सांकृत्यायन

द्वितीय संस्करण—इस संस्करण में अत्यल्प परिवर्तन किये गये हैं।

प्रयाग ३-३-४६

रा० सा०

विषय-सूची

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
प्रथम अध्याय		प्रथम अवस्था ..	२२
(विश्व)		दूसरी अवस्था ..	२२
(विश्व) ..	१	तीसरी अवस्था ..	२२
§१. पृथिवी ..	२	चौथी अवस्था ..	२२
१. आकार और विस्तार	४	पाँचवीं अवस्था ..	२३
२. पृथिवीका गर्भ ..	५	छठीं अवस्था ..	२३
(१) स्तनीय पाषाण	६	५. खगोलमें सूर्यका	
(२-३) आग्नेय और		स्थान, कक्षा और	
हवान्तरित चट्टानें	७	गति ..	२४
३. पृथिवीका भार ..	७	§३. चन्द्रमा ..	२४
४. वायुमंडल ..	७	§४. सौर-परिवार ..	२७
५. गति और कक्षा ..	११	१. ग्रह ..	२७
६. आयु और आदिम-काल	१५	२. गुरुत्वाकर्षण ..	२६
(पृथिवीकी उत्पत्ति)	१७	३. धूमकेतु ..	२६
§२. सूर्य	१६	४. उल्कापिंड ..	३२
१. दूरी	१६	§५. तारे	३३
२. विस्तार और घनता	२०	१. तारा-संख्या ..	३३
३. तापमान	२०	२. तारा-परिचय ..	३४
४. सूर्यका अक्षयमंडार	२१	३. तारोंकी दूरी ..	३६

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
४. आकार और ताप- मान	४३	द्वितीय अध्याय	
५. यति	४५	(परमात्ममय जगत)	
§६. आकाशमंगा	४५	§१. पिंड	७३
§७. चक्ररदार नीहारि- कार्ये या द्वीप-विश्व	४६	१. तरल, वाष्प	७३
§८. विश्व	४८	२. ठोस	७४
१. विस्तार	४८	§२. भौतिक तत्त्व	७७
२. फैलता विश्व	४८	१. अनुसन्धानका इति- हास	७८
३. विश्व और जीवन	५१	२. तत्त्वोंकी सूची	८१
§९. सापेक्षतावाद	५१	§३. परमाणु	८६
१. जगत् क्षण-क्षण परि- वर्तनशील	५१	१. परमाणुका उदर	८८
२. सापेक्षता	५४	२. एलेक्ट्रन्	८९
(क) रेखागणितके स्वर्यसिद्ध	५५	(१) एलेक्ट्रन्का आ- विष्कार	८९
(ख) नाप	५६	(२) साइक्लोट्रोन्	९०
(१) ईथर	५८	(३) एलेक्ट्रन् तरंग भी कण भी	९२
(२) गुस्त्वाकर्षण	६०	(क) कण	९२
(३) काल	६१	(ख) तरंग	९३
(४) देश	६१	(४) गति	९४
(५) देश-काल एक	६५	(५) कक्षा	९५
(६) वक्रता	६७	३. नाभिकण	९७
(७) वेग	६९		

विषय	पृष्ठ
§४. नाभिक्रमण टूटनसे निक- ले कुछ कण, तरंग...	६८
१. अल्फा-कण ..	६६
२. बीटा-कण ..	१००
३. गामा-कण ..	१००
§५. न्युट्रन्, पोजीट्रन् ..	१००
१. न्युट्रन् ..	१००
२. पोजीट्रन् ..	१०१
§६. कुछ परमाणु ..	१०२
१. हाइड्रोजन ..	१०२
२. हेलियम् ..	१०४
३. लिथियम् ..	१०५
४. कार्बन ..	१०५
५. सोडियम् ..	१०६
६. क्लोरिन् ..	१०६
७. पोटैसियम् ..	१०७
८. ब्रोमिन् ..	१०८
९. क्रिप्सन् ..	१०९
१०. अर्गॉन् ..	१०९
§७. परमाणुओंसे पदार्थों- की रचना ..	११०
१. अणु ..	११०
२. अणु-गुच्छक ..	११२
§८. कार्बनके गोग ..	११८

पृष्ठ विषय

तृतीय अध्याय

(भौतिक तत्त्वोंके स्वरूप)

§१. भूतमात्रा ..	१२६
§२. शक्ति ..	१२८
§३. ताप ..	१३०
§४. प्रकाश ..	१३३
१. एक्स-रे ..	१३५
२. सृष्टि-किरण ..	१३६
३. रेडियो-क्रियावाले तत्त्व ..	१३८
§५. विद्युत् (विजली) ..	१४०
§६. क्वन्तम्-सिद्धान्त ..	१४
(१) पंक्त-संख्या ..	१४४
(२) फोटन ..	१४६

चतुर्थ अध्याय

(जीवन्-तत्त्व)

§१. जीवधारी ..	१४९
§२. सेल (जीवकोष) ..	१५२
१. सेल पहिली ईंट ..	१५२
२. सेलोंकी परम्परा ..	१५७
(क्रोमोसोम्) ..	१५९
§३. वनस्पति और प्राणी ..	१६१

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
१. वनस्पति	१६२	(घ) ताँबा	२०५
(१) हरितकण	१६४	३. पचन-क्रिया	२०५
(२) हरितांजन	१६४	(१) चबूण	२०५
(३) आकार, भार	१६५	(२) राल	२०६
(४) कामचोर वनस्पति	१६६	(३) उदर	२०७
(५) सन्तान-उत्पत्ति	१६७	(४) छोटी आँत	२०८
(६) विचित्र स्वभाव	१७०	(५) पित्त-रस	२०८
२. प्राणी	१७०	(६) पंक्रिया-ग्रंथि	२०९
(१) एक सेलवाले		(७) छोटी आँतका	
प्राणी	१७१	काम	२१०
(क) बैक्टीरिया	१७१	(८) बड़ी आँत	२११
(ख) अमोय्वा	१७८	४. रुधिर	२१२
(२) अनेक सेलवाले		(१) रक्त-कण	२१२
प्राणी	१७९	(२) श्वेत-कण	२१३
§४. मानव शरीर-यंत्र	१७९	(३) हृदय-यंत्र	२१४
१. शरीर	१८०	(४) फेफड़ा	२१६
२. आहार	१८१	(५) गुर्दा	२१८
(१) स्वस्थ शरीरका		५. रसस्रावक ग्रंथियाँ	२२०
वजन	१८६	(१) पिटुइटरी-ग्रंथि	२२२
(क) पुरुष	१८६	(२) थाइराइड-ग्रंथि	२२४
(ख) स्त्री	१८८	(क) मेंडक	२२५
(२) खाद्यवस्तुओंका		(ख) सलमन्बर	२२७
तत्त्व-विश्लेषण	१९०	(३) परा-थाइराइड-	
(क) क्लिसियम	२०४	ग्रंथि	२२८
(ख) फास्फोरस	२०४	(४) अड्रेनल-ग्रंथि	२२९
(ग) लोहा	२५०	§५. मस्तिष्क	२३१

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
१. सेरेब्रम्	२३३	अवस्था	२६२
२. सेरेब्रलम्	२३७	(४) संस्कार-प्रतिरोधक	
३. श्वास और भक्षण- क्रियाके संचालक स्थान	२३८	उदाहरण	२६४
४. हृदय आदि के संचालक- स्थान	२३९	§६. जरा और मृत्यु	२६५
५. मस्तिष्कके सहायक अंग	२४०	१. जरा	२६५
(१) ज्ञानतन्तु	२४०	२. मृत्यु	२६८
(२) नस और पेशी	२४३	§७. प्रसव और गर्भावस्था	२७३
(३) इन्द्रियाँ	२४६	१. विना बापके प्रसव	२७३
(क) आँख	२४७	२. माँ-बाप दोनोंसे प्रसव	२७५
(ख) कान	२५२	(नर-मादाका भेद)	२७५
(ग) तोलन-इन्द्रिय	२५३	(१) शरीरके बाहर	
(घ) घ्राण	२५५	गर्भपरिपाक	२७८
(ङ) रसना	२५६	(क) अंडजोंमें प्रसव	२७९
(च) स्पर्श-इन्द्रिय	२५६	(ख) मंडकोंमें सन्तानोत्पत्ति	२८०
६. मस्तिष्कके संस्कार- का प्रतिरोध	२५६	(२) शरीरके भीतर	
(१) एक भागम संस्कार-प्रतिरोध	२५७	गर्भपरिपाक	२८५
(२) निद्रा और जागरण	२५८	(३) मानव गर्भाधान	२८६
(३) स्वप्न, मूर्च्छा और हेप्नाटिज्मकी		(क) वीर्य-कीट और रज-अंड	२८६
		(ख) गर्भाधान और गर्भपरिपाक	२९०
		(ग) स्वच्छ वच्चोंकी वृद्धि	२९५
		३. गर्भसम्बन्धी कुछ	

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
प्रयोग ..	२६६	१. अनुकूल वातावरण	३३७
४. आनुवंशिकता ..	२६६	२. जीवन और तापमान	३३८
(१) आनुवंशिकताके		३. मृत्युके तापमान ..	३३९
कारण ..	३००	पंचम अध्याय	
(क) क्रोमोसोम् ..	३०१	(मन और शरीर)	
(ख) जनक-बीज ..	३१०	§१. मन ..	३४१
(२) जाति-परिवर्तन	३१३	१. मनकी भावुक वृत्तियाँ	३४७
§८. जीवनका विकास ..	३१७	२. फ्राँडका मनोविज्ञान	३५१
१. विकासके प्रमाण ..	३२१	(१) सिग्मंड फ्राँड ..	३५१
(१) गर्भाशयकी गवाही	३२१	(२) फ्राँडका सिद्धान्त	३५२
(२) समानता ..	३२३	३. यौनज्ञानकी अवश्य-	
(३) अवयव-अवशेष	३२४	कता ..	३५५
(४) फोसली-अवशेष	३२४	४. स्वप्नमें	मनकी
२. विकासके कारण ..	३२५	वृत्तियाँ ..	३५६
(१) जाति-परिवर्तन	३२५	§२. प्रवृत्तिवाद ..	३५७
(२) प्राकृतिक निर्वाचन	३२६	१. स्वतः प्रवृत्ति ..	३५८
३. मनुष्यका विकास	३२७	२. ससंकेतक प्रवृत्ति ..	३५९
(१) पन्पारम्भसे ..	३२७	§३. चेतना और स्मृति ..	३६१
(२) मानुष और वन-		§४. आत्मा नहीं ..	३६४
मानुषकी समानता	३२८	१. भारतमें आत्मा ..	३६४
(३) फोसिलसे मानव-		२. युरोपमें आत्मा ..	३६८
विकासका प्रमाण	३३२	§५. चेतन और अचेतन ..	३७१
§६. जीवनके अनुकूल परि-		१. सीमा-रेखा नहीं ..	३७२
स्थिति ..	३३७	(१) स्फटिक ..	३७२

विषय	पृष्ठ	विषय	
(२) कार्बन	३७४	(४) उरानियम का	
(३) प्रोटीन	३७५	विदरण	३८८
(४) प्राणिज रसायनों		(५) युद्धोपरान्त	
का कृत्रिम निर्माण	३७८	परीक्षणों	३९४
२. विरस	३७९	(६) परमाणु-शक्ति का	

षष्ठ अध्याय

(परमाणु-शक्ति और परमाणु-बम)

(१) परमाणु-बम की शक्ति	३८३	१. विश्व और उसके भव-युद्धों के परिमाण	४०२
(२) परमाणु-भर्भ	३८३	२. साइंसकी प्रगतिका कालक्रम	४०४
(३) रेडियो-क्रियावाले परमाणुओं का महत्त्व	३८५	३. ग्रंथ-सूची	४१०
		४. पारिभाषिक शब्द	४१९
		५. शब्द-सूची	४१७
		६. नामसूची	४२०

फोटो चित्र-सूची

	पृष्ठके आगे		पृष्ठके प्राय
I १. सूर्य	१८	१४. लफटिक	२३८
२. हरकुल नक्षत्र	१८	VIII १५. पनखिलाड़ी	२३८
II ३. चन्द्रमा	१८	१६. अपितृक मेंडक	२३८
४. मंगल	१८	IX १७. घाइराइडकः	

	पृष्ठके आगे		पृष्ठके आगे
III१५. बृहस्पति	.. ३०	प्रभाव	.. २६४
१६. शनि	.. ३०	X१८. १ इंच लम्बा गर्भ	२६४
IV७. धूमकेतु	.. ३०	XI(वनमानुषके मनी-	
८. द्वीप-विश्व	... ३०	भाव)	.. २६८
V६. सप्तर्षिमें		१६. शान्ति	.. २६८
नीहा-		२०. उदासी	.. २६८
रिका	.. २२६	२१. हँसी	.. २६८
१०. साइक्लोट्रोन्-यंत्र	२२६	२२. रुदन	.. २६८
VI११. एलेक्ट्रन	.. २२६	२३. क्रोध	.. २६८
१२. दृष्टितन्तु	.. २२६	२४. उत्तेजना	.. २६८
VII१३. चूजेका सेल	.. २३८		



विश्वकी रूपरेखा

प्रथम अध्याय

विश्व

पृथिवी, सूर्य, चंद्रमा, सौर परिवार, तारे, आकाश-गंगा, चक्कर-दार नीहारिकाएँ, सापेक्षतावाद ।

‘विश्व’ महान् है, अनन्त है, सीमारहित है—यें बातें चिरकालसे सभ्य-असभ्य सभी प्रकारके लोगोमें प्रसिद्ध हैं, और इससे उसकी विशालताके बारेमें कुछ कहना अनावश्यकसा मालूम होगा । किन्तु क्या यह प्रसिद्धि विश्वकी विशालताको बतलानेमें समर्थ है ? इसका निर्णय तो आगे लिखे विवरणसे हो जायेगा, यहाँ हम सिर्फ इतना ही कहना चाहते हैं, कि मनुष्यकी उक्त धारणा ज्ञानपर नहीं अज्ञानपर निर्भर रही है । इतिहासके उपाकालसे ही मनुष्यने अपनी जिज्ञासाको तृप्त करनेके लिए कल्पना—चाहे वह मूलक हो या अमूलक—का सहारा लिया, यह वस्तुतः उसी तरहकी कल्पना थी । महान् एक गोल-मोल शब्द है, इससे विश्वकी वास्तविक विशालताका पता नहीं लग सकता । सीमान्त पृथिवीका भी नहीं है, और रबरके गेंदपर रेंगती चीटी भी उसके अन्तपर नहीं पहुँच सकती, यदि वह अपने ऊपरकी ओर ‘नजर’ न डाले—चीटीको नजर होती ही नहीं । विश्वकी विशालताका ठीक-ठीक पता हमें तब मिलता है, जब हम अपने

पाससे चलकर पृथिवी, ग्रह-मंडल, सूर्य, अगणित तारे, तारा-गुच्छक, द्वीप-विश्व होते महान् विश्व तक पहुँचते हैं। आदिमें ही मनुष्यको यह सारा ज्ञान पका-पकाया नहीं मिल गया, इसकी प्राप्तिमें उसे बहुत परिश्रम और भूलें करनी पड़ीं।

§ १. पृथिवी

कोई समय था—और कितनोंके लिए वह समय अब भी अज्ञान या धर्मान्धतावश है—जब कि मनुष्यके लिए आकाशमें विखरे तारे क्षुद्र ज्योति-विन्दु मात्र थे। पृथिवी निस्सीम थी। गोलकी जगह सामने देखी जाती-सी चौरस थी। पानीके तल, नागके फण, कछुए, बैल या गजकी पीठपर खड़ी थी। पहिले-पहिल गोलकी कल्पना ऊपरी आवेको गोलार्ध करनेके लिए तैयार हुई। गणित और ज्योतिषके वेधने पृथिवीको गोल मनवानेमें सफलता पाई, किन्तु यह सिर्फ दो-ढाई हजार सालकी बात है। पृथिवीके गोल होनेकी पक्की छाप जब भूगोल शब्द द्वारा हो गई, तब भी विश्वमें पृथिवीका ही प्रधान स्थान रहा—वही विश्वकेन्द्र मानी गई। कहा जाता रहा—सूर्य उसीकी परिक्रमा करता है; तारे उसीको मुख्य मानकर नभो-मंडलमें अपनी यात्रा जारी रखते हैं।

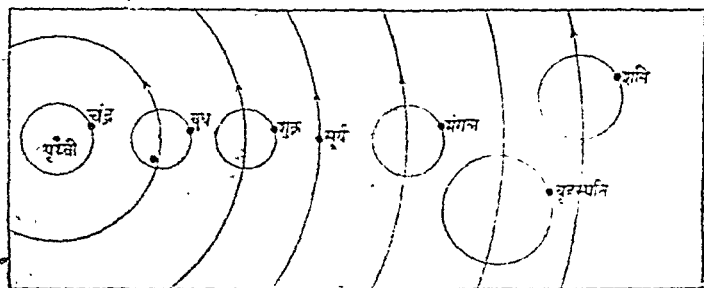
यूनानमें हेराक्लिड^१ (ई० पू० ३८८-१५) और अरिस्तार्चु^२ (ई० पू० २५०) ने, और भारतमें आर्यभट्ट^३ (४५० ई०) ने प्रबल युक्तियोंसे सिद्ध किया, कि पृथिवी ही सूर्यके गिर्द घूमती है। तो भी उनकी बातकी ओर लोगोंने ध्यान नहीं दिया, क्योंकि पुरानी धारणाको तोड़नेके लिए तर्कसे भी ज्यादा तेज किसी दूसरे हथियार—प्रयोग या वेध—की जरूरत थी।

^१ Heraclides. ^२ Aristarchus.

^३ "कन्दुकरूपा धात्री सर्वत्राम्भोधिपर्वतद्वीपैः । व्याप्तं कन्दुकपृष्ठं
..... । सुखगे कन्दुकपृष्ठे चरन्ति सर्वे यथाऽत्र वयम् ।"

—आर्यभट्ट (भुवन० ५।७)

ज्योतिषके विकासके साथ भूकेन्द्रक विश्वके खिलाफ कितने ही प्रबल प्रश्न उठे, किन्तु ज्योतिषी अपने पुराने सिद्धांतको विना छोड़े उसमें सुधार करते रहे; यहाँ तक कि वैज्ञानिक युगके आरंभ तक यूरोपमें प्रचलित, तालमी (१५० ई०)का ज्योतिष भूकेन्द्रताको कायम रखनेके लिए ग्रहोंकी



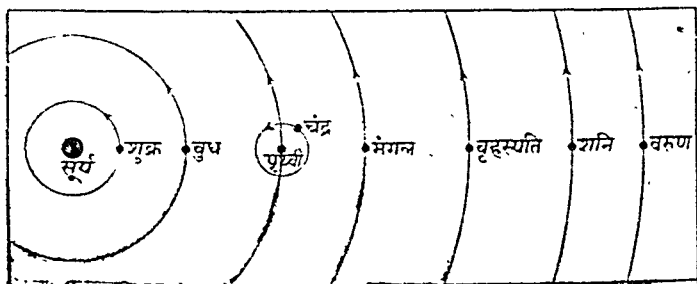
चित्र १

कक्षाओंको पृथिवीके गिर्द घूमनेवाली दूसरी कक्षाएँ मानता रहा (चित्र १) और भारतमें तो आज भी पंचांगोंमें आर्यभट्टकी जगह वराहमिहिर, ब्रह्म-गुप्त, भास्कराचार्यके भूकेन्द्रक ज्योतिषका बोलवाला है।

सोलहवीं सदीमें यूरोपमें विचार स्वातन्त्र्यकी लहर आरंभ हुई। उस वक्त हालैंडके ज्योतिषी कोपरनिकस^१ (१४७३-१५४३ ई०)ने पुराने यूनानी ज्योतिषियोंकी भूभ्रमण-संबंधी युक्तियोंको गणित और तत्कालीन मोटी वेध-प्रक्रियासे परखा। उसे मालूम हुआ, कि भूभ्रमण मान लेनेपर ग्रहोंकी गति और कक्षाएँ अधिक सरल हो जाती हैं, और तालमीकी कितनी ही क्लिष्ट कल्नाओंकी आवश्यकता नहीं रह जाती। तो भी उसकी तथा उसके पुष्टिकर्ताकेप्लरकी बातोंपर पूरा विश्वास तबतक नहीं हुआ, जबतक कि गेलिलियो (१५६४-१६४२ ई०)ने १६१२में दूरबीनका आविष्कारकर आँखोंके प्रत्यक्ष करनेकी शक्तिको कई गुना

^१. Copernicus.

बड़ा बुध और शुक्रके पिंडोंके कलासे घटते-बढ़ते आकारसे सावित नहीं कर दिया कि वह कोपरनिकसूके सिद्धांतके अनुसार पृथिवीकक्षा और सूर्यके बीचमें घूम रहे हैं। बृहस्पतिके किनारे घूमनेवाले चार उपग्रहोंको दिखला कर उसने उस वातकी और पुष्टि की। इस प्रकार १५४३ ई०में उठाई कल्पनाको ६६ वर्ष बाद दूरबीनके प्रत्यक्षने ठोस सत्यका रूप दिया। और तालमीके ग्रह-समुदायकी पेचीदा कक्षाओंकी जगह हमें आजके सौर-परिवारकी सीधी सादी कक्षाएँ (चित्र २) मिलीं। इन्हें देखकर आर्य-भट्टके विरोधियोंपर आश्चर्य जरूर होगा; किन्तु हमें याद रखना चाहिए कि दूरबीनके बिना सूर्यकेन्द्रक ज्योतिषका पल्ला भारी नहीं हो सकता था।



चित्र २

१. आकार और विस्तार

भूमध्य-रेखापर पृथ्वीके भीतरसे यदि एक तीली आर-पार की जावे तो वह ७६१३ मील होगी। यदि भूमध्य रेखापर सूत लपेटा जाये, तो एक फेरेके लिए २४,६०२ मील सूतकी जरूरत होगी, किन्तु उत्तर-दक्खिन—अर्थात् उत्तरी ध्रुवसे दक्खिनी ध्रुव तक वेधी गई तीली भूमध्यकी अपेक्षा १७ मील कम होगी। इससे मालूम होगा, कि पृथिवीका आकार पूर्णतया गोल नहीं है, दोनों सिरोंपर वह नारंगीकी भाँति—किन्तु उससे बहुत कम—चिपटी है। इसका कारण है, आरंभमें पृथिवीका तरल होना, और

(भूमध्यपर) १०४० $\frac{१}{२}$ मील प्रतिघंटेके जवर्दस्त वेगसे अपनी धुरीपर घूमना । आज भी इस वेगके कारण ध्रुवोंकी अपेक्षा भूमध्य-रेखापर १३ $\frac{३}{४}$ मील अधिक ऊँची जलराशि खड़ी है । पृथिवीका कुल क्षेत्रफल^१ १९,६९,४०,००० वर्गमील है, जिसमें एक-चौथाई स्थल-भाग ५,७२,५५,००० वर्गमील, और $\frac{३}{४}$ जल-भाग (समुद्र) १३,९६,८५,००० वर्गमील है ।

२. पृथिवीका गर्भ

सीधे तौरसे पृथिवीके भीतर हम बहुत दूर तक नहीं घुस सके हैं । गहरीसे-गहरी खान—मारोवेल्लो (ब्राजील) सिर्फ ६४२६ फीट (प्रायः सवा मील) है । यह दूरी पृथिवीके केन्द्र तककी दूरी (३९५६ $\frac{१}{२}$ मील)के सामने नगण्य सी है । हर दो सौ फीटपर १ डिग्री (फार्नहाइट) गरमी बढ़ती जाती है, इसलिए रास्ता खुला होनेपर भी हम पृथिवीके नीचे अधिक दूर तक उतर नहीं सकते । पृथिवीकी भीतरी अवस्थाको जाननेके लिए भूमापक-यंत्र—सीसमोग्राफ—उसी तरह हमारा भारी सहायक हुआ है, जिस तरह प्रकाशकिरणोंके पहुँचनेमें हजारों-लाखों वर्षों लगनेवाली दूरी-के तारोंकी जानकारीके लिए स्पेक्ट्रास्कोप (रश्मिवर्णदर्शक) । भूकम्पको लहड़ें पृथिवीके निचले गर्भमें ३६० मील प्रतिघंटेकी चालसे दौड़ती हैं,

^१ भारतीय ज्योतिषियोंने पृथिवीका माप (योजनोंमें) इस प्रकार दिया है—

	व्यास	परिधि	क्षेत्रफल
आर्यभट्ट (४५० ई०) ..	१,०५६	८,०००	
ब्रह्मगुप्त ..	१,५८१	६,५२२	
आर्यभट्ट (द्वितीय) ..	२,१०९	६,६२५	१,३९,७१,८८८
भास्कराचार्य ..	१५८१ $\frac{३}{४}$	४,९६७	७८,५३,०३४

५ मीलका योजन माननेपर भास्कराचार्यकी गणना आजकी नापके अधिक समीप पहुँचती है ।

किन्तु ऊपरी स्तरमें उनकी गति १२० मील प्रतिघंटा है, जिससे मालूम होता है कि गर्भकी घनता अधिक है। एक स्तरमें लहरोंकी गति एकसी होती है; जिससे यह भी सिद्ध होता है, कि एक गहराईमें पृथिवी उन्हीं तत्त्वोंकी बनी है।

ग्रहों और चन्द्रमापरं पृथिवीके आकर्षणके प्रभाव तथा दूसरे तरीकोसे पता लगा है, कि पृथिवीकी घनता पानीसे साढ़े पांच गुना—अर्थात् काँचसे ज्यादा किन्तु फौलादसे कम है। यह घनता पृथिवीके सभी स्तरोंमें एकसी नहीं है। (१) केन्द्रके पास सबसे भीतरी गर्भ—जो २२०० मील व्यासका है—सबसे अधिक घना अर्थात् जलसे ५ $\frac{१}{३}$ गुना है, और लोह-निकल धातुका बना है। (२) इसके ऊपर १७०० मील मोटी खोल वसाल्ट^१-चट्टानोंकी है, जिसकी घनता जलसे तिगुनी है। (३) उसके ऊपर तीस मील मोटी खोल चट्टानों-पत्थरोंकी है, जो जलसे पौने तीन गुना (२.७) घनी है। इसी खोलके ऊपर महाद्वीप बसे हुए हैं। सबसे भीतरवाला लोह-निकलमय गर्भ सूर्यसे निकले वाष्पीय पिंडका वह भाग है, जो भारीपनके कारण भीतर बैठ गया, वसाल्ट उम्नी वक्तका हलका भाग है। दो अरब वर्षोंकी हवा, धूप और वर्षाकी टक्करों, तथा ज्वालामुखियों द्वारा गर्भसे बाहर निकाले वाले, राख, लावा, आदिसे ऊपरी चट्टानोंवाला स्तर बना।

भूगर्भ-शास्त्री ऊपरी स्तरके पापाणोंको तीन श्रेणियोंमें विभाजित करते हैं—**स्तरीय** (तहपर तह जमे), **आग्नेय** और **रूपान्तरित**।

(१) **स्तरीय पापाण**—धूप, हवा, पानीके घर्षणसे निकले रजकण (= बूलि) पानीमें घुल पंकके रूपमें तहपर तह जम गया; वही ये स्तरीय पापाण हैं। पृथिवीका तापमान जब जीवनके अनुकूल हो गया, तथा खाद्य सामग्री आ मौजूद हुई, तो इन्हीं स्तरोंपर आजसे करोड़ों वर्षों पूर्व आदिम वनस्पति और प्राणधारी उत्पन्न हुए। विकसित होते-होते विशाल-

^१ Basalt.

काय वृक्ष बन गए, फिर वृक्ष गिरते गए। हवा, वर्षा और नदियोंने मिट्टीके नीचे उन्हें दबा दिया। इन्हें ही आज हम पत्थरके कोयलेके रूपमें पा रहे हैं। पत्थरका कोयला प्रायः शुद्ध कार्बन है।

(२-३) **आग्नेय और रूपांतरित चट्टानें**—ये चट्टानें भूगर्भके निचले दोनीं स्तरोंसे ज्वालामुखियों द्वारा फेंके अंश हैं। लोहा, सोना आदि सभी उपयोगी धातुएँ इन्हीं चट्टानोंमें मिलती हैं। इन्हीं चट्टानोंके भरोसे कोलारकी सोनेकी खानें, जमशेदपुरका लोहेका कारखाना आबाद है।

३. पृथिवी का भार

कुछ टन सीसेपर पृथिवीका आकर्षण कितनी मात्रामें होता है, और उतनी आकर्षण मात्राके लिए भार कितना होना चाहिए—इस तरीकेसे पृथिवीका वजन ६०६७×१०^{१८} टन या प्रायः १७० लाख-लाख-अरब (१७० हजार शंख) मन मालूम हुआ है।

४. वायुमंडल

जलचर और थलचर ही पृथिवीके सहारे और उसके आकर्षणमें बँधे हुए नहीं हैं, बल्कि पृथिवीकी चारों ओर दो सौ मीलके क्रोड मोटी हवाकी खोल (वायुमंडल) भी उससे बँधी हुई है। वायुमंडलके सहारे पक्षी और हवाई जहाज उड़ते हैं। हवामें भी भार है। वह समुद्र-तलपर अधिक घनी और ऊपर क्रमशः हलकी होती जाती है। समुद्रतलपर वायुकी जो घनता है, वह दस मीलकी ऊँचाईपर दशांश, और तीस मीलपर दस अरबमें एक हिस्सा रह जाती है। उसका दबाव जहाँ समुद्रतलपर बरामीटरसे ७६० है, वहाँ ७२ हजार फीटपर वह सिर्फ तीस रह जाना

भास्कराचार्यने "सिद्धान्त-शिरोमणि"में १२ योजन (=६० मी.) कहा है।

है। हवाके इसी हलकेपनके कारण ही ऊँचे पहाड़ोंपर जल्दी-जल्दी श्वास लेनेकी जरूरत पड़ती है। हवाके हलकेपनके साथ जैसे बरामीटर गिरता जाता है, वैसे ही पानीके उबलनेका मान भी कम होता जाता है। उदाहरणार्थ जहाँ समुद्रतलपर पानीके उबलनेके लिए 100° सेंटीग्रेड (212° फार्नहाइट) गर्मीकी जरूरत है, वहाँ २६ हजार फीट ऊपर यूरेस्ट पर्वतपर 74° सें० तथा ७२ हजार फीटपर 25° सें०से पानी उबलने लगता है।

भौतिकतत्त्व ठोस, तरल और गैस (हवा) इन तीन रूपोंमें मिलते हैं। हवा भी इन्हीं आक्सिजन^१, नाइट्रोजन^२, कार्बन अर्गॉन, क्रिप्टोन, जलीय (=हाइड्रोजन^३ + आक्सिजन) वाष्प तथा कुछ और तत्त्वों—से बनी है। पृथिवीसे नौ मीलकी ऊँचाई तक पाँच भागमें प्रायः चार भाग ($\frac{4}{5}$) नाइट्रोजन (परमाणुभार १४) और एक भाग आक्सिजन (परमाणुभार १६) हैं। आक्सिजन भारी है, इसलिए पृथिवीके पास ही वह ज्यादा मिलता है। आगे ऊँचाईके साथ आक्सिजन घटता और नाइट्रोजन बढ़ जाता है और तीस मीलपर नाइट्रोजनका परिमाण आक्सिजनसे आठ गुना ज्यादा हो जाता है। हाइड्रोजन^३ सबसे हलका अर्थात् सिर्फ दो परमाणुभारका तत्त्व है, वह हवाके ऊपरी तलोंमें रहता है; ७० मीलकी ऊँचाईपर तो वायुमंडलमें आक्सिजन और नाइट्रोजन लुप्त हो सिर्फ हाइड्रोजन रह जाता है।

तत्त्वोंके भारी-हलकेपन तथा उनपर पृथिवीके आकर्षणका प्रभाव हवाको एकरस नहीं रहने देता। यदि वायुमंडल एकरस होता, तो वह २०० मील ऊँचा होनेकी जगह सिर्फ ५ मील ही का रह जाता। रातकी पृथिवीकी तरफ टूटकर गिरनेवाले 'तारे' या उल्कासे हमें वायुमंडलकी ऊँचाईका पता लगा है। वायुरहित आकाशमें यात्रा करते वक्त वह दिखाई नहीं पड़ता, किन्तु वायुमंडलमें घुसते ही उसके घर्षणसे उल्का जल

^१Oxygen.^२Nitrogen.^३Hydrogen.

उठता है। एक जलते उल्काका किन्हीं दो स्थानोंसे वेध लेनेपर उसकी ऊँचाई त्रिभुजके हिसाबसे निकाली जा सकती है।

पानीसे भाप और भापसे बादल बनता है, यह हम जानते हैं। यह बादल भी वायुमंडलमें ही बनता, तथा उसीमें तैरता एक जगहसे दूसरी जगह जाता और बरसता है। नजदीकवाले बादल ही बरसनेवाले होते हैं—

“वरषहिं जलद भूमि नियराये।” (तुलसीदास)

भिन्न-भिन्न प्रकारके बादलोंकी ऊँचाई निम्न प्रकार है (चित्र ४,५)—

क्युमुलो-निम्बस् ^१	विजलीकी कड़कवाला	५,००० फुट
क्युमुल्स् ^२	बहुत हलका	१२,००० फुट
सिरो-क्युम्युल्स् ^३		२०,००० फुट

(आगे स्थानीय आँधियाँ नहीं)

सिरो-स्ट्रेटस्^४ २२,००० फुट

सिरस्^५ ३०,००० फुट

१२ हजार फुटसे ऊपर बादल कम और वजनमें हलके होते हैं। ये हवाई जहाजोंकी उड़ानमें बाधा नहीं डालते। २० हजार फुटके ऊपर आँधियोंका प्रवेश नहीं, इसलिए तरंगरहित शान्त समुद्रमें जिस तरह जहाजको चलनेमें दिक्कत नहीं होती, उसी तरह इस ऊँचाईपर विमान निश्चल भावसे उड़ सकते हैं। ३५ हजार फुटसे ऊपर न बादलका विरोध, न तूफानका भय है। इसीको स्ट्रेटोस्फेयर प्रशांत-वायुमंडल कहते हैं। यह आगे ५२ हजार फुट तक फैला हुआ है। तूफानी समुद्रको छोड़ यदि शान्त समुद्रके रास्ते अपने अभीष्ट स्थान पर पहुँचनेका मौका हो, तो कौन

^१Cumulo-nimbus

^२Cumulus.

^३Cirro-

Cumulus.

^४Cirro-Stratus.

^५ Cirrus.

^१ शीतलताकी भाँति प्रशान्त-वायुमंडल भी सभी स्थानोंपर एकसा नहीं है। इंग्लैंडमें वह प्रायः ७ मील पर है, और दूसरे भूभागोंमें साढ़े पाँचसे आठ मीलकी ऊँचाई पर।

मल्लाह उसे अपना नेको तैयार न होगा ? यही वजह है, आजकल 'प्रशान्त-वायु-मंडलमें उड़ान' करनेका बहुत प्रयत्न किया जा रहा है। हालमें (१९४१के मध्यमें) कितने ही जर्मन बमवर्षक निम्न प्रशान्त-वायुमंडलसे उड़े हैं। उन्होंने अंग्रेजी सर्वलाइटों और विमान-विध्वंसक तोपोंसे बचनेके लिए ऐसा किया। आकाशके इस भागमें उड़नेवाले विमानोंकी चालके बारेमें बड़ी लंबी-चौड़ी बातें कही जाती हैं, किन्तु वह ३६ हजार फीटसे ऊपर साढ़े पाँच सौ मील प्रतिघंटे तक ही पहुँच सकती है, और यह कम नहीं है। समुद्रतलकी वायुमें शब्द ७७० मील प्रतिघंटे की चालसे चलता है, आगे उसकी चाल अपने आधारके हलके होनेसे ३६ हजार फुटपर घटकर ६६० मील प्रतिघंटे रह जाती है, और यही चाल आगे एकसी बनी रहती है। हवा शान्त होकर यद्यपि इस ऊँचाईपर विमानोंको मदद पहुँचाती है, किन्तु साथ ही हलकेपनके कारण वहाँ दूसरी कठिनाइयाँ उठ खड़ी होती हैं। स्थान अत्यन्त शीतल, आक्सिजनका अभाव, और दबावके कम होनेके कारण धातुओंकी उपयोगितामें अन्तर और कम तापमानके कारण वहाँ उत्पन्न अधिक गर्मीको काबूमें रखनेकी दिक्कतें—ये बाधाएँ हवावाजोंके लिए आसान नहीं हैं।

ऊपरी हवामें उड़नेका इधर काफी प्रयत्न हो रहा है। सबसे ऊँची वैमानिक उड़ान ४७,३५० फुटकी है, जिसे दोनाती ने १९३४ में सफलतापूर्वक किया। इससे ऊपर गुब्बारे ही उड़ सके हैं। जिनमें सोवियत् उड़ाका प्रोकोफ्रियेफ़ (१९३३ ई०) ६२,३२० फुट और अमेरिकन स्टीवेन्स (१९३५ ई०) ७२,३६५ फुट तक पहुँचे थे।

आकाशका रंग वायुमंडलके कारण है। वायुके भीतर उड़नेवाले सूक्ष्म रजकणोंके कारण वह नीला मालूम होता है। ऐसे सूक्ष्म कणोंवाले वायुमंडलसे जब सूर्यका प्रकाश गुजरता है, तो वे कण प्रकाश किरणोंको अगल-बगलमें बिखेर देते हैं। भिन्न-भिन्न रंगकी किरणोंकी तरंगोंकी लंबाई (तरंग-लम्बान) अलग-अलग होती है, यह हम आगे बतलायेंगे। लाल किरणोंकी तरंग लम्बान अधिक है, इसलिए वह कम बिखरती है, और नीली किरणें अपने कम तरंग-लम्बानके कारण सबसे ज्यादा

बिखरती है, जिससे हमें रजकणों द्वारा प्रतिफलित किया प्रकाश या 'आकाशका रंग' नीला मालूम होता है। वायुमंडलमें मोटे रजकण जितने ही कम हों, आकाश उतना ही अधिक नीला दिखाई पड़ेगा। जहाँ दूसरी किरणें खो गई रहती हैं, वहाँ लाल किरणें अपनी तरंग-लम्बानके अधिक होने तथा शाम-सवेरे तिरछे आनेके कारण अधिक मोटे वायुमंडलके कणोंसे बचकर हमारे पास पहुँचती और लौटती हैं, जिससे पृथिवी और उसके पासके वायुमंडलपर उनके प्रतिफलित होनेसे हमें उषा और गोधूलिकी लाली दिखाई पड़ती है।^१ यदि वायुमंडल न होता, तो उषा और सन्ध्याकी अरुणिमाके सुनहरे दृश्यका आनन्द हमें न मिलता। साथ ही सूर्यके डूब जानेपर भी कुछ देर तक वायुकणों द्वारा प्रतिफलित हो जो रोशनी हमें मिलती है, वह न मिलती, और सूर्यास्तके साथ ही पृथिवीपर अँधेरा-धुप्प छा जाता। वायु-मंडलकी ऊँचाईके अनुसार उसमें लटकते अणुओंकी कमी होती है, इसीके कारण भिन्न-भिन्न ऊँचाईके 'आकाशीय' रंगमें अन्तर होता है। २५ हजार फुटकी ऊँचाईपर आकाश समुद्री जलराशि-सा गाढ़ा नीला होता है, और ७० हजार फीटपर घना सलेटी (चित्र ३)।

५. गति और कक्षा

आरम्भसे अभी चार सौ वर्ष पहिले तक शिक्षित वर्ग भी सूर्य और तारों-को ही चलता मानता था। यह विश्वास कितना घर कर गया था, यह संस्कृत-में पृथिवीके 'अचला' नामसे ही प्रकट होता है। आज हमको भूमिके चलनेकी बात स्वयंसिद्धसी मालूम होती है, किन्तु जब बाईस सौ वर्ष पहिले




^१ श्रीपतिने इसके बारेमें लिखा है—

“भूम्युत्थितै रजोधूमैर्दिगन्तव्योमिनि संस्थितैः ।

सूर्याल्पकिरणैर्मिश्रै राहण्यमवभासते ॥

विरलावयवं वस्तु यद् दृष्टेर्व्यवधायकम् ।

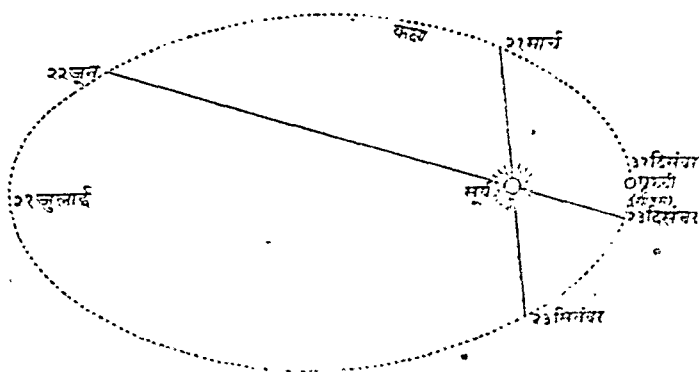
तेनाभ्रमणोद्भूतं दृश्यते शत्रुचापवत् ॥”

आकाशकारण		ऊँचाई	बगमोट वसुधन्व नगर
		फीट	
		७५,०००	
घनामलेटी	 ७२,३८५ फीट (स्टीवेन्स १८३५)	७०,०००	३०
घनाकासनीसलेटी		६५,०००	
	 ६२,३२० फीट (प्रोकारियफ १८३३)	६०,०००	
घनाकासनी	 ५५,५२० फीट (पिकार्ड १८३२)	५५,०००	१२५
		५०,०००	
	४७,३५० फीट (डोमार्टी १८३४)	४५,०००	
	४३,८०६ फीट (ग्रैगोरीमेनिक १८३३)	४०,०००	
घनानील	उच्चतममैघ	३५,०००	१/३
		३०,०००	-५४
	युरेस्ट २८,०४१ फीट (उपनविन्दु १९३०)	२५,०००	
सामुद्रिकनील	▲ तूफानमैदान	२०,०००	
		१५,०००	
		१०,०००	३/८
		५,०००	६२५
		०	१६०

चित्र ३

हेराक्लिड (ई० पू० ३८८-३१५)ने पृथिवीको 'चला' कहा, तो उसका परिहास उड़ाया गया ।

पृथिवी चलती है, और वह चाल साधारण नहीं है। तेज आदमी चार-पाँच मील प्रति घंटेकी चालसे मंजिल तै करता है, और एक्के ताँगे १०-१२ मील तक, साधारणतया मोटरकार ३०-३५ मील प्रति-घंटे चलती है, यही चाल रेलकी सवारी गाड़ियोंकी है। बंबई-मेल जैसी ट्रेनों भी ६० मील प्रतिघंटेसे ज्यादा नहीं चलतीं, अगस्त १९३६ में जान कांब (अमेरिका) ने ३६३.८५ मील प्रतिघंटाकी चालसे मोटर-दीड़में विजय पाई। मनुष्यकी सबसे तेज सवारी विमानके ४०० मील प्रतिघंटे चलनेपर उसे बहुत ही तेज कहा जाता है। फ़िट्ज वेन्डल (जर्मनी) ने विमानोंकी उड़ानमें ४६६.०१ मील प्रतिघंटाकी चालसे बाज़ी मारी। एक अंग्रेजी सैनिक विमान (फरवरी १९३६) ५०४ मील प्रतिघंटा उड़ सका है। किन्तु पृथिवीकी गति इन सबसे तेज है। वह दुनियाकी सबसे तेज चलनेवाली डाकगाड़ीसे १२०० गुना तेज चल रही है। वह अपनी साठ करोड़ मीलकी कक्षापर ३० किलोमीटर (= १८ मील) प्रतिसेकंड या प्रायः ६५ हजार मील प्रतिघंटेकी चालसे सराटा मार रही है। उसकी यह कक्षा या धावनपथ (चित्र ४) गोल नहीं अंडाकार है, और उसका मध्यम व्यास १८ करोड़ ६० मील है। इस सारी कक्षाको



चित्र ४

पृथिवी ३६५ $\frac{1}{4}$ दिनोंमें घूमती है। कक्षापर वह सीधे नहीं घूमती। उसका यह घूमना लट्टूकी तरह अपनी धुरीपर घूमनेके साथ-साथ होता है। धुरीपर का घूमना भी १०४० $\frac{1}{2}$ मील प्रतिघंटे (भूमध्यपर) हो रहा है, और अपने एक-एक चक्करके लिए उसे चौबीस घंटे फिरकना पड़ता है। यह फिरकना यद्यपि पच्छिमसे पूरवकी ओर होता है, किन्तु अपनी गतिकान ख्यालकर हम इसे पूरवसे पच्छिमकी ओर सूर्यका चलना समझते हैं। इस चक्करमें पृथिवीका जितना भाग सूर्यके सामने रहता है, उसे दिन कहा जाता है, और जो आड़में उसे रात। यदि पृथिवी दोनों ध्रुवोंसे पार होनेवाली तीली या धुरीपर घूमती तो रात-दिन बराबर होते, और ऋतुओंका भेद नहीं दिखाई पड़ता। किन्तु पृथिवीकी धुरी ध्रुवोंसे हटकर कुछ तिरछी है, इसीलिए भूमध्यपर जहाँ दिन-रात बराबर, तथा साल भर एक ही मौसिम रहता है, वहाँ निम्न अक्षांशोंमें दिन रातके घंटे इस प्रकार होते हैं—

अक्षांश	दीर्घतम दिन		ह्रस्वतम दिन	
	घंटा	मिनट	घंटा	मिनट
० (भूमध्य)	१२	०	१२	०
५	१२	१७	११	४३
१०	१२	३५	११	२५
१५	१२	५३	११	७
२०	१३	१३	१०	४७
२५	१३	३४	१०	२६
३०	१३	५६	१०	४
३५	१४	२२	९	३८
४०	१४	५१	९	९
४५	१५	२६	८	३४
५०	१६	९	७	५१
५५	१७	७	६	५३
६०	१८	३०	५	३०
६५	२१	९	२	५१
६६° ३३'	२४	०	०	०

और आगेके अक्षांशोंमें^१ कितने ही दिनोंतक सूर्योदय और सूर्यास्त ही नहीं होते—

	सूर्यास्त नहीं (दिन)	सूर्योदय नहीं (दिन)
६६ ३३'	१	१
७०	६५	६०
७५	१०३	६७
८०	१३४	१२७
८५	१६१	१५३
९० (ध्रुव)	१८६	१७९

६. आयु और आदिम काल

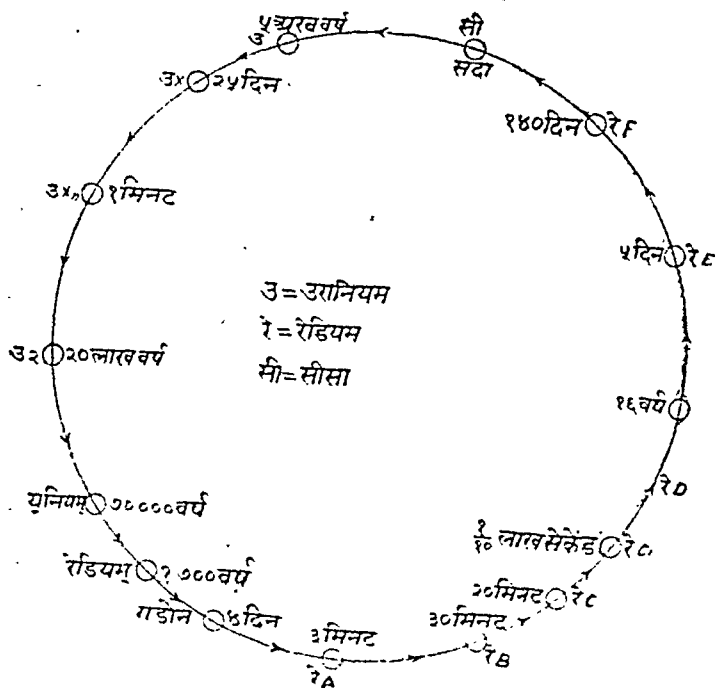
ईसाइयोंकी धर्मपुस्तकके अनुसार १९४० ई०में जमीन आसमानको वने ५७ सदियाँ गुजर गईं। पुराणोंके अनुसार दुनियाको वन दो अरब वरसके करीब हो गए। ऐसे ही दूसरी जातियों और धर्मोंमें भी मृष्टिके वारेमें अटकल लगाए गए हैं। यद्यपि हिन्दुओंकी कल्पना वास्तविकताके समीप पहुँचती है, किन्तु उसका आधार वैज्ञानिक गवेषणापर नहीं, सिर्फ अटकल-वाजी या संयोग है। पृथिवीकी आयुका पता लगानेके लिए वैज्ञानिकोंने भिन्न-भिन्न तरीके इस्तेमाल किए हैं। ज्योतिषशास्त्री हेलीने नदियों द्वारा लाकर समुद्रमें जमा होते नमकसे इसका अन्दाजा लगाना चाहा। एक नदी अपने पानीके साथ प्रतिवर्ष कितना नमक समुद्रमें लाती है, और समुद्रके पानीमें जितना नमक है, उसे लानेमें नदियोंको कितने साल लगे, इससे दस करोड़ वर्षका समय हमें मिलता है। लेकिन इस हिसाबमें कई गलतियाँ हैं। समुद्र और नदियाँ कब अस्तित्वमें आईं; दुनियाकी एक-एक नदी प्रतिवर्ष कितना नमक लाती है, यह ठीक-ठीक जानना मुश्किल है।

^१ पृथिवीके गोल नक्शेपर भूमध्य-रेखा (जो जावा होकर गुजरती है) से उत्तर और दक्खिनकी समानान्तर मेखलाएँ अक्षांश कही जाती हैं।

ज्यादासे-ज्यादा हम यही कह सकते हैं, कि पृथिवीके समुद्रोंकी आयु कमसे कम १० करोड़ वर्ष है ।

पृथिवीकी आयु जाननेका दूसरा ढंग चट्टानोंके कालका पता लगाना है । प्रतिवर्ष मिट्टीकी कितनी मोटी तह जमती है, इस प्रश्नका उत्तर सभी जगहोंके लिए एकसा नहीं । नील और गंगाके कछारमें वह ज्यादा है । पटनामें चन्द्रगुप्त मौर्यके समयका तल १२-१३ फुट नीचे है, अर्थात् वहाँ हर हजारवें वर्ष ५ फुट मिट्टीकी तह जमी है । मिट्टीके और दबनेपर पत्थर कितने समयमें कितना मोटा बनता है, यह भी जाननेकी चीज है । इंग्लैंड और उत्तरी अमेरिकामें ४ हजार वर्षोंमें १ फुट मोटी चट्टान जमनेका हिसाब लगाया गया है । भूगर्भकी चट्टानें ५,२६,००० फुट या सौ मीलसे कुछ अधिक मोटी हैं; जिसके जमनेके लिए दो अरबसे कुछ अधिक साल लगे होंगे ।

तीसरा तरीका ज्यादा बारीक और विश्वसनीय है । वर्तमान शताब्दीके आरम्भमें कुरी-दम्पतीने रेडियमका पता लगाया, और रदरफोर्ड तथा सोडीने परमाणुओंके स्वतः तितर-बितर होनेको सिद्ध किया । रेडियो-क्रियावाले तत्त्व—रेडियम, उरानियम, थोरियम या अकटीनियम—अकारण ही टूटते, और दूसरे तत्त्वोंके रूपमें बदलते रहते हैं (चित्र ५) । यह विनाशकी गति विलकुल स्वाभाविक है । इसपर देश-कालकी किसी खास परिस्थितिका कोई प्रभाव नहीं । उरानियम ध्वस्त होते वकत अपने बीचके नाभिकणको हेलियम तत्त्वमें बदल देता है, और उसके ध्वंससे सीसा पैदा होता है । आदिमें पृथिवीकी पपड़ीमें सभी तत्त्व रहे होंगे, जिनमें उरानियम भी रहा होगा । तबसे उरानियमके परमाणु बराबर सीसे और हेलियम गैसके रूपमें परिणत होते रहे हैं । भिन्न-भिन्न चट्टानोंमें रेडियम और सीसेका अनुपात क्या है यह मालूम किया जा सकता है, और उससे कालका पता लगाया जा सकता है । यद्यपि चट्टानका सभी सीसा उरानियमसे नहीं बना है, किन्तु उरानियमसे बना सीसा अपनी विशेषता रखता है, और हम अपने हिसाबमें ऐसे ही सीसेको ले सकते हैं । हेलियम और सीसा दोनोंके हिसाबसे



चित्र ५

पृथिवीकी आयु दो अरब वर्ष मालूम होती है । इस प्रक्रियासे दूसरी चट्टानोंकी उम्रका भी पता लगा है, जिसे हमने चित्र ५ में दिया है ।

(पृथिवीकी उत्पत्ति)—पृथिवीके पिंडकी बनावट और उसकी आयुके बारेमें हम कह चुके । यहाँ पृथिवीके उद्गमके बारेमें भी कुछ कहना जरूरी है । वैज्ञानिकोंका मत है, कि पृथ्वी सूर्यसे निकली है । दो अरब वर्ष पहिले कोई तारा सूर्य-पिंडके पाससे गुजरा जिसके आकर्षणसे सूर्यके गैसीय पिंडका एक भाग खिंचकर सिंगार या गिल्लीकी शकलमें निकल पड़ा, और खिंचावके वेगके साथ टूटकर अलग हो गया । यह सिंगार फिर कई

टुकड़ोंमें बंट गया और हर एक टुकड़ा—गैसका गोल पिंड—अपने उद्गम-पिंड सूर्यके गिर्द घूमने लगा। यही पिंड ग्रह हुए, जिनमें हमारी पृथिवी भी एक है, और सिगारका तीसरा टुकड़ा होनेसे वह सूर्यसे तीसरा पिंड है। इस वातकी पुष्टि इससे भी होती है, कि सूर्यके ग्रह उक्त सिगारके आकार हीकी भाँति दोनों छोरोंपर कम और बीचमें ज्यादा मोटे हैं। मंगल और वृहस्पतिके बीचका पिंड टूटकर हजारसे अधिक छोटे-छोटे क्षुद्र ग्रहों "शिशुग्रहों"में बंट गया है, जिनमें एरोस् सूर्यकी दूरी जानने तथा उसके द्वारा तारों और विश्वकी दूरी नापनेमें बड़ा सहायक सिद्ध हुआ है।

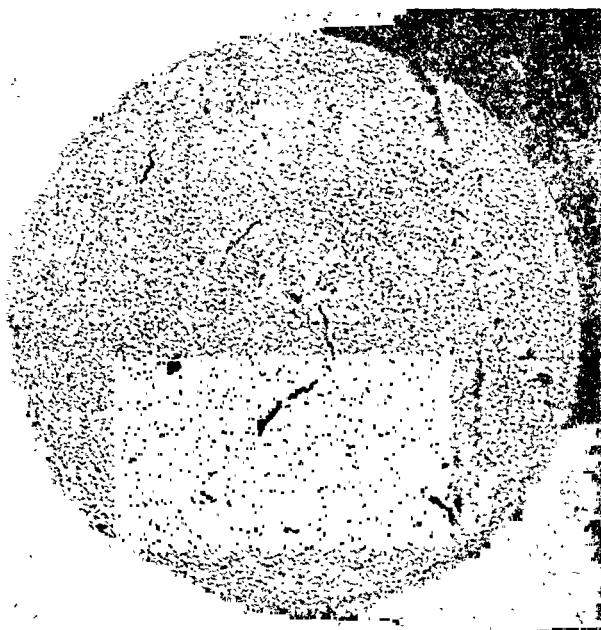
आरम्भमें जो पृथिवी-पिंड सूर्यसे अलग हुआ, वह गैस या वाष्पकी अवस्थामें था। लेकिन उसे तरल अवस्थामें आनेमें ५ हजार वर्षसे ज्यादा न लगा। तरलसे ठोस बननेमें १० हजार वर्ष और लगे। इस प्रकार आदिके १५ हजार वर्षोंको छोड़ प्रायः जन्महीसे पृथिवी ठोस है। भूतल की उस आरम्भिक अवस्थाका वर्णन प्रोफेसर टाम्सनके शब्दोंमें—

"चारों ओर दिगन्तव्यापी तपती मरुभूमि है। उसपर गाढ़ा धुआँ फैला हुआ है। बालूके टीलोंको छोड़ वहाँ कोई दूसरा दृश्य नहीं। जहाँ-तहाँ दरारोंसे पिघली चट्टानें, मोटे दानेके अलकतरे (टार) सी, निकलकर फैली रही है। ठंडी होनेके साथ वह कड़ी होती तथा टूटती जा रही है और नीचेसे पपड़ियाँ निकलती आ रही हैं। वहाँ न दिनको सूर्य और न रातको चन्द्रमाका दर्शन होता है। आकाश बादलोंकी एक मोटी तहसे ढँका हुआ है। इन बादलोंके नीचे स्वास लेनेकेलिए अयोग्य धूल-मिली घनी हवा है, जिसमें कार्बन द्वि-आक्सित^१, भाप और अधिकतर नाइट्रोजन मिले हुए हैं। आज हमें प्राण देनेवाला आक्सिजन हवाका $\frac{1}{5}$ भाग है, उस वक्तकी वायुमें वह लेशमात्र था।"

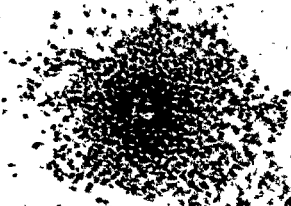
इसके बाद प्राणि, वनस्पति और मनुष्य पृथिवीपर कैसे पैदा हुए, इसे हम आगे बतलायेंगे।

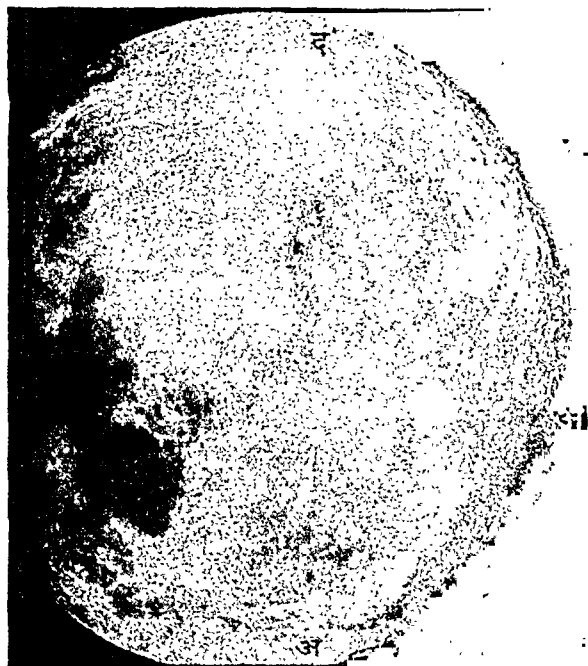
^१Astroids.

^२Carbon dioxide.



फोटो चित्र १ (सूर्य, पृष्ठ १६)





फोटो चित्र ३ (चंद्रमा, पृ० २४)



फोटो चित्र ४ (मंगल, पृ० २७)

§ २. सूर्य

१. दूरी

सूर्य पृथिवीका ही जन्मदाता नहीं, पृथिवीकी सन्तानें—उसके प्राणी, वनस्पति—सूर्यकी किरणोंके सहारे ही जीते हैं, उसीके प्रकाश और तापसे दिन-रात, जाड़ा-बरसात, हिम-वर्षा होती है। सूर्यकी किरणें न हों, तो पृथिवीका तापमान इतना गिर जाय कि सभी तरल चीजें जमकर बर्फ हो जावें; यही नहीं बल्कि आँखोंसे न दिखाई देनेवाले अणुओंके भीतरकी भी गति बंद हो जावे, और असली अर्थमें दुनिया मृतक निस्तब्ध हो जावे।

सूर्य हमारी पृथिवीसे तेरह लाख गुना बड़ा है, यद्यपि वह देखनेमें चाँद जैसा छोटा मालूम होता है (फोटो चित्र १)। कारण उसकी दूरी है, जो ९ करोड़ तीस लाख मील है और जिसे पार करनेमें प्रकाश-किरणोंको, अपने ३० करोड़ मीटर या १ लाख ८६ हजार मील प्रतिघंटेकी चालसे ८ मिनट लगाने पड़ते हैं। इस दूरीको हम जरीव से नहीं नाप सकते, इसके नापनेके दूसरे तरीके हैं। किसी त्रिभुजका एक भुज और दो कोण यदि मालूम हों, तो उस त्रिभुजकी बाकी भुजाएँ, उनपरके लम्ब और क्षेत्रफल मालूम करना आसान काम है। त्रिकोणकी एक भुजाके लिए हम पृथिवीपर दूरके दो स्थानों—उदाहरणार्थ लंदन और केपकालोनी (दक्षिणी अफ्रीका)—के बीचके फासलेको लेते हैं। हमारी नापमें यदि गलती होनेका ज्यादा डर है, तो इसी दूरीमें, जो कि अधिकांश हमारी “जरीवों द्वारा” नापी हुई है। सूर्यकी दूरी बहुत ज्यादा है, इसलिए पहिले हम उसमें हाथ नहीं लगाते। पृथिवी और मंगलकी कक्षाओंके बीच किसी टूटे ग्रह-पिंडसे बने शिशुग्रहोंका हम जिक्र कर चुके हैं। इन्हीं शिशुग्रहोंमें एकका नाम एरोस् है। एरोस्की कक्षा (व्यास साढ़े सत्ताइस करोड़ मीलके करीब) अंडाकार किन्तु बहुत पतली है, जिसकी वजहसे वह कभी-कभी मंगल और बुध जैसे पड़ोसी कक्षावाले ग्रहोंसे भी हमारे ज्यादा नजदीक आ जाता है। हम उक्त भुजाके दोनों सिरों—केप-कालोनी और लंदन—से एरोस्को मिलानेवाले त्रिभुजके दो कोणोंको

नापते हैं। इन दोनों कोणों तथा केप-लंदन भुजासे एरोस्की दूरी हिसाब करके मालूम कर सकते हैं। अब एरोस्की और पृथिवीकी स दूरी (एक करोड़ वासठ लाख मील जो कि १६३१ ई०में नापी गई) को त्रिभुजका एक भुज मान दो कोणोंके नापके साथ त्रिभुज-सिरपर स्थित सूर्यकी दूरी नापी जा सकती है। १६०१ ई०में एरोस् पृथिवीसे तीन करोड़ मीलपर आया था, उसी वक्तकी नापसे सूर्यकी दूरी ऊपर दी गई है।

२. विस्तार और घनता

सूर्यका व्यास पृथिवीके व्यास (७६१३ मील)से सौ गुना बड़ा (८,६४,३६७ मील) है। मात्रा^१में वह पृथिवीसे तीन लाख तेरह हजार गुना बड़ा है। उसका गुरुत्वाकर्षण पृथिवीसे अट्ठाईस गुना है, अर्थात् पृथिवीपर जो चीज १ मन होगी, वही सूर्यपर (उसके पिंडके आकर्षणके कारण बढ़कर) १८ मन हो जावेगी। वैसे सूर्यका पिंड वाष्पीय (=गैस) अवस्थामें है, किंतु उसकी घनता पानीसे ३० गुना (पृथिवीके निम्नतम गर्भकी घनता $५\frac{३}{४}$ गुना) है। परमाणुके प्रकरणमें मालूम होगा कि ठोस कहे जानेवाले पदार्थों के भी परमाणु बहुत अधिक खोखले हैं। भारी दवावके कारण उनके भीतरके एलेक्ट्रॉन^२ अपनी कक्षाओंको संकुचित करने पर मजबूर होते हैं और इस प्रकार वाष्पीय अवस्थामें भी सूर्यकी घनता पानीसे ३० गुनी हो सकती है।

पृथिवीसे तुलना करनेपर सूर्य-पिंड बहुत विकराल मालूम होगा, किन्तु अपनी विरादरीके दूसरे तारोंसे मुकाबिला करनेपर वह एक मध्य श्रेणीका तारा है—आर्द्रा^३ उससे २६० गुना, ज्येष्ठा^४ ४८० गुना बड़ी है।

३. तापमान

सूर्यकी गरमीका अन्दाज तो हमें कुछ इससे भी मालूम हो सकता है, कि उसकी किरणें ६ करोड़ ३० लाख मील चल और बिखरकर आती हैं, तो भी गर्मियोंमें वह हमारे लिए असह्य हो जाती है—जैकवावाद, मुल्तान

^१ Mass. ^२ Electron. ^३ Betelgeuse. ^४ Antares.

जैसी जगहोंपर टेम्परेचर 120° फा० तक चला जाता है । साधारण आग्नेय शीशेसे किरणोंको संचितकर हम कागज, रुई या लकड़ीमें आग लगा सकते हैं । मिश्रमें बड़े-बड़े शीशोंकी मददसे पानीको भाप बना इंजन तक चलाए जाते हैं । सूर्यके ऊपरी तलपर उसका तापमान 6000° सेंटीग्रेड है, किन्तु भीतरी केन्द्रपर वह ५ करोड़ डिग्री है । इस गर्मीके प्रभावका अन्दाजा हम इसीसे लगा सकते हैं, यदि एक छै इंची तोपका गोला उतना गर्म किया जाये, तो उसके आस-पास पचास मील तक कोई जीव-धारी जी नहीं सकता । कड़ीसे कड़ी धातु ताँवा 1053° सें०में पिघलता और 2310° में भाप बन जाता है, प्लेटिनम्के पिघलानेको 1757° से 1555° सें०की आँच आवश्यक होती है । ताप तैयार करनेके लिए जिस प्रकार कोयले या काष्ठको जलना पड़ता है, अपने शरीर को तापके रूपमें परिणत करना पड़ता है, उसी प्रकार सूर्यकी भी अपने चारों तरफ ताप और प्रकाश भेजनेके लिए शरीरके कुछ भागको निरन्तर खर्च करना पड़ रहा है । इस खर्च होनेवाले भागका परिणाम ५० लाख टन (१४ करोड़ मन) प्रति सेकेंड है । इतना भारी व्यय सूर्य जैसे बड़े शरीरका धनी ही पाँच अरबों वर्षोंसे करता चला आ सकता है, और इस हिसाबसे वह १२५ अरब वर्ष तक और चल सकता है । इस भारी दानमें हमारी पृथिवीको सिर्फ १६८ टन प्रति सेकेंड मिलते हैं ।

४. सूर्यका अक्षय भंडार

सूर्य अपने इस भारी व्ययको उपरोक्त कालसे भी अधिक समय तक कर सकता है, क्योंकि उसके पास शक्ति और शक्ति-उपादान तैयार करनेकी "पारस मणि" है; जिससे वह प्रति मिनट वर्गमील प्रत्येक क्षेत्रपर 160000 औंस (8000 तोला), प्रकाश, तथा $500,00,00,00,000$ वायुमंडलीय दबावको दे सकता है ।

सूर्य अरबों वर्षोंसे अपने शरीरका भाग १५ करोड़ मन प्रति सेकेंडके हिसाबसे जलाकर नष्ट कर रहा है। क्या इस दानका परिणाम कुछ समयमें उसे निःशेष बन जाना है, या उसकी आमदनीका कोई और रास्ता भी है? यह ख्याल है जिसपर वैज्ञानिकोंका दिमाग देरसे चक्कर काट रहा है। कोर्नेल विश्व-विद्यालयके प्रोफेसर एच० ए० वेथने इसका एक हल पेश किया है। वह बतलाते हैं कि कैसे हाइड्रोजनको भिन्न-भिन्न परमाणुओंके रूपमें परिणत करके साढ़े पैंसठ लाख (शुरूमें उन्होंने ५ करोड़ वर्ष बतलाया था) वर्षके बाद सारी शक्तिकी पूर्ति कर सूर्य फिर पहिली अवस्थामें आ जाता है। उन्होंने इस तत्त्व-परिवर्तन युगकी छै अवस्थाएँ बतलाई हैं, जिनमें कार्बन निम्न रीतिसे दूसरे परमाणुओंके रूपमें बदल जाता है—

प्रथम अवस्था—सूर्यके केन्द्रीय तापमान ५ करोड़ डिग्री सेंटीग्रेड और बाहरी तलका 6000° बतला रहा है, कि वह कितनी प्रचंड उष्णता रखता है। इस उष्णतामें हाइड्रोजनका अत्यन्त उत्तेजित होना जरूरी ठहरा। इस उत्तेजनाके परिणाम-स्वरूप हाइड्रोजनका नाभिकण—प्रोटन—प्रहार करके कार्बनके हृदय (उसके छै प्रोटन और छै न्यूट्रनवाले नाभिकण) में घुस जाता है। अब वहाँ छैकी जगह सात प्रोटन और छै न्यूट्रन हो जाते हैं, जिनका परमाणुभार १३ होता है (यद्यपि वैसे उसका परमाणुभार-१२ है), इस प्रकार कार्बन सात प्रोटन और छै न्यूट्रनवाले नाइट्रोजन परमाणुका रूप लेता है।

दूसरी अवस्था—नाइट्रोजनके एक प्रोटनका एक घनात्मक कण जलकर निकल जाता है, जिससे फिर वह कार्बनके रूपमें आ जाता है, यद्यपि उसका भार १२ नहीं १३ रहता है। प्रोटनका घनात्मक कण निकल जानेपर वह न्यूट्रनके रूपमें बदल जाता है। इस प्रकार सात प्रोटनकी जगह जहाँ एक घटकर छै रह जाते हैं, वहाँ न्यूट्रनकी संख्यामें एककी वृद्धि होती है।

तीसरी अवस्था—हाइड्रोजन फिर इस १३ परमाणुभारवाले कार्बनपर प्रहार करता है; प्रोटन कार्बनके नाभिकणमें चला जाता है, और इस तरह १४ परमाणुभारका नाइट्रोजन—साधारण नाइट्रोजन—आ मीजूद होता है।

चौथी अवस्था—१४ परमाणु-भारवाले इस नवनिर्मित नाइट्रोजनपर

फिर हाइड्रोजनका प्रहार होता है, जिससे उसके नाभिकणमें एक और प्रोटन बढ़ता है, और अब वह १५ परमाणुभार (८ प्रोटन + ७ न्यूट्रन) वाले आक्सीजनके रूपमें उपस्थित होता है, यद्यपि यह साधारण आक्सीजन नहीं है—साधारण आक्सीजनका परमाणुभार १६ होता है।

पाँचवीं अवस्था—१५ परमाणुभारका आक्सीजन अपूर्ण होनेके कारण स्थिर नहीं होता, इसलिए उसके एक प्रोटनका एक धनात्मक कण निकल जाता है, जिससे वह प्रोटन न्यूट्रन बन जाता है। इस प्रकार ७ प्रोटन + ८ न्यूट्रन नाभिकणवाला नाइट्रोजन आ मौजूद होता है।

छठीं अवस्था—हाइड्रोजन अन्तिम बार प्रहार करता है, और एक प्रोटनके बढ़नेसे नाभिकणमें ८ प्रोटन और ८ न्यूट्रन हो जाते हैं, यही साधारण आक्सीजन है, जो कि सूर्य या हर एक तापका प्राण है।

यह नया परमाणु भी स्थिर होकर चुपचाप नहीं रह सकता। परिवर्तनके नियमका अपवाद कैसे हो सकता है? अब इसके नाभिकणके दो भाग होते हैं—एक २ प्रोटन + २ न्यूट्रन अर्थात् हेलियम, और दूसरा ६ प्रोटन + ६ न्यूट्रन अर्थात् कार्बन। गणित द्वारा मालूम किए साढ़े पैंसठ लाख वर्षके बाद अब फिर उसी तापमानमें कार्बन हाइड्रोजनपर प्रहारके लिए मौजूद है। फिरसे वही चक्र शुरू हो जाता है। इस सारे चक्रमें प्रहार करनेवाले हाइड्रोजन परमाणु हेलियमके रूपमें परिणत हो गए। उन्होंने अपने दो धनात्मक कण तथा कुछ शरीर-मात्राको खोया। यही खोई शरीर-मात्रा सूर्यतापके भंडारको भरपूर बनाए रखती है। डाक्टर वेथका कहना है, कि सूर्यमें हाइड्रोजनकी इतनी मात्रा है, कि अभी १२ अरब वर्ष तक उसे दीवालिया होनेका डर नहीं।

इन छठों अवस्थाओंमेंसे पहिली तीनकी परीक्षा प्रोफेसर वेथ और उनके सहयोगियोंने स्वयं कोर्नेलकी प्रयोगशालामें की। चौथी अवस्थाको केम्ब्रिजके डाक्टर करन और डाक्टर स्ट्रोदरके प्रयोगोंने सिद्ध किया। पाँचवींको डाक्टर वेथने स्वयं और छठवींको डाक्टर हालोवेकी सहायतासे प्रयोग-सिद्ध किया। अमेरिकन भौतिक शास्त्रीय सभाके सन्मुख उन्होंने

अपनी इस सफलताको २७ अप्रैल १९४१ ई०को प्रकट-क्रिया ।

५. खगोलमें सूर्यका स्थान, कक्षा और गति

स्वच्छ आकाशमें आकाशगंगाकी कटिभेखला, सफेद बालूसे ढके रास्तेकी भाँति रातको दिखलाई पड़ती है । आकाशगंगाके भीतरी धरातलके बीचसे जरासा हटकर हमारे सूर्यका स्थान है । आकाशगंगाके तारोंमें अपने आकार और प्रकाशसे सूर्यकी कोई खास महत्ता नहीं है । सूर्य और उसके पड़ोसी तारोंका एक अपना छोटा-सा संसार है, जिसे एक ख्यातनामा ज्योतिषीके नामपर काप्टेन^१ विश्व कहा जाता है । यह हर्कुल^२ (फोटो चित्र २) नक्षत्रपुंजका एक अंश है । ग्रहोंकी भाँति सूर्यका भी एक अपना भ्रमण-पथ या कक्षा है, जिसपर वह दो या तीन सौ किलोमीटर प्रति सेकेंड (प्रायः ६७ हजार मील प्रति घंटे)की चालसे (पृथिवीकी चाल ६५ हजार मील) चल रहा है । उसका रुख अभिजित^३ नक्षत्रकी ओर है । सौर-परिवारका सबसे दूरका नक्षत्र प्लूटो (यम) उससे ३ अरब ७० करोड़ मील दूर है, गोया हमारे सूर्यके राज्यकी लम्बाई ७ अरब ४० करोड़ मील है । सूर्य अपने उस केन्द्रके गिर्द इस सारे परिवारके साथ ६७ हजार मील प्रति घंटेकी चालसे जो दौड़ लगा रहा है, उसका यह वेग ही इतना जबरदस्त है, कि उसके भोंकसे भीतरकी किसी चीजका बाहर निकलना मुश्किल है ।

सूर्य भी और तारोंकी भाँति कुंडलिनी या चक्करदार नीहारिकाओं^४के बिखरे हुए तत्त्वोंके घने होनेसे बना है, यह हम आगे बतलायेंगे ।

§ ३. चन्द्रमा

सौर-परिवारके वारेमें कहनेसे पहिले यहाँ हम अपनी पृथिवीके उपग्रह चन्द्रमाके वारेमें भी कुछ कह देना चाहते हैं । मनुष्य जातिको चन्द्रमाका परिचय सबसे पहिले हुआ । आदिम मनुष्यको अन्धकारसे सबसे अधिक भय था । अँधेरी रातमें काल्पनिक भूत-प्रेतसे ही नहीं अपने सजीव शत्रु

^१Kapteyn: ^२Hercules. ^३Vega. ^४Spiral nebulae.

मनुष्य या हिंस्रक पशुओंसे उसे हर वक्त खतरा रहता था। चाँदनी रात बहुत हद तक उसे इस भयसे मुक्त करती थी। मछली और जानवरोंके शिकार, फलोंके चुनने और रेवड़ोंकी देख-भालमें रातके वक्त चन्द्रमा उसका भारी सहायक था। इस प्रकार चन्द्रमा आदिम मनुष्यके बड़े सम्मानका भाजन बन गया; इसका पता इससे भी मालूम होता है, कि भारतीय आर्योंकी पुरानी पुस्तक ऋग्वेदमें इन्द्रके बाद चंद्रमा (सोम) ही है, जिसकी प्रशंसामें सबसे अधिक मंत्र (स्तुतियाँ) लिखे गए हैं। लेकिन, चन्द्रमाके वास्तविक रूपके बारेमें उनका ज्ञान शून्यसा था। वैदिक ज्ञानसे आगे बढ़े हुए उपनिषद्के ऋषि चन्द्रमाको सूर्यसे भी दूर मानते थे। लेकिन इस तरहके विचारको लुप्त करनेके लिए गलिलियोकी पहिली दूरबीन (१६१२ ई०) ही काफी थी।

चन्द्रमा समुद्रके ज्वार-भाटेका कारण है। अधिक समीप रहने तथा सूर्यकी आकर्षणशक्तिकी सहायता पा वह समुद्रजलको बहुत ऊँचा उठा देता है। यह भी एक कारण था, जो कि समुद्र-तट-वासियोंका ध्यान अपनी ओर आकर्षित किए बिना नहीं रह सकता था।

चन्द्रमा हमारा सबसे नजदीकका आकाशीय पड़ोसी है। वह पृथिवीसे २,३८,८४० मील (२,५२,६७२ मील दूरतम, २,२१,६१४ मील समीप-तम) दूर है। उसका व्यास २२०० मील अर्थात् पृथिवीके व्यासका एक चौथाई, और पिंड पृथिवीके पिंडका पचासवाँ हिस्सा है। इसका अर्थ है—जो आदमी पृथिवीपर सौ सेर होगा, वह चन्द्रमंडलमें हलका होकर सिर्फ दो सेर रह जावेगा, यद्यपि उसके शरीरके भीतरके अणु-परमाणु उतने ही रहेंगे। गुरुत्वाकर्षणकी कमी भी चन्द्रमाके वायु-मंडलको जल्दी मुखा देनेमें बहुत सहायक हुई। आज वहाँ न वायु-मंडल है, न बादल हैं, न किसी प्रकारके जीवधारी हैं। वायुमंडलके अभावसे एक लाभ यह है, कि हम अपने पड़ोसीका अच्छी तरह निरीक्षण कर सकते हैं। चन्द्रमाके भीतरकी चरखा कातनेवाली बुढ़िया या हिरन बहुत प्रसिद्ध

हैं, यद्यपि बहुतसी कहावतोंकी भाँति वह सत्यपर अवलंबित नहीं है।

यदि हम यहाँ बैठे-बैठे चंद्रलोककी सैर करना चाहते हैं, तो यह बहुत मुश्किल काम नहीं है। विश्वविद्यालयों और कितने ही कालेजोंमें ३, ४ इंची दूरवीन होते हैं। उनसे देखने पर वह अपने व्याससे दो सौ गुना बड़ा दिखलाई पड़ेगा, और उसके पहाड़, मैदान, "ज्वालामुखियाँ" साफ दिखलाई पड़ेंगी। अधिक शक्तिवाले दूरवीनोंसे हम २३८ हजार मीलकी दूरीको कमकर उसे २४० मीलपर ला सकते हैं, और उसके व्यासको हजार-गुना बढ़ाकर देख सकते हैं। उस वक्त उसके पहाड़ोंकी घनी छायाको भी हम देखते हैं। वायु-मंडलके अभावके कारण चंद्र पर्वतोंकी छाया बहुत घनी और स्पष्ट किनारोंवाली दीखती है। चाँदके देखनेके लिए पूर्णिमाके आगे-पीछेके दो तीन दिन ज्यादा अच्छे होते हैं, क्योंकि उस वक्त चन्द्रमंडलको प्रकाशित करनेवाली सूर्यकिरणें उसपर तिरछी पड़ती हैं। अपनी खास गतिके कारण चन्द्रमाका करीब-करीब वही (५६ सैकड़ा) भाग सदा दिखलाई पड़ता है, और कुछ भाग सदाके लिए हमसे ओझल रहता है।

चंद्रमाकी दुनिया एक सूखी और सर्द दुनिया है। वहाँ पानीके समुद्रोंका पता नहीं है। सबसे विचित्र बात जो वहाँ देखनेमें आती है, वह है चहार-दीवारीसे घिरे गोल-गोल वाड़े जैसे 'ज्वाला-मुख'। अबतक ३३ हजार 'ज्वालामुख' गिने जा चुके हैं, जिनमें हजार तो नौ मीलसे ज्यादा चौड़े हैं, इनमें कुछ वस्तुतः ज्वालामुख हैं, और उनके पासकी दीवारें गर्भसे निकले लावासे बनी हैं। कितनोंके बारेमें अनुमान किया जाता है, कि वे चन्द्रमापर गिरे विशाल उल्कोंसे बने गड्ढे हैं, हमारी पृथिवीपर 'अरिजोना' (अमेरिका) और सिबेरियामें ऐसे गड्ढे मौजूद हैं। ज्वालामुखियोंके अतिरिक्त वहाँ मैदानों, पहाड़ों, घाटियों और सूखे समुद्रोंके उदरोंकी कमी नहीं है। इनमें बहुतोंका नामकरण भी कर डाला गया है। चंद्रलोकका सबसे गहरा गड्ढा न्युटन ज्वालामुख है, जिसकी एक दीवार २३,६०० फुट (प्रायः ४ $\frac{३}{४}$ मील) ऊँची है। सबसे ऊँची चोटी उसके दक्षिणी ध्रुवके पास डोरफेन पर्वतशृंखलाकी है, जिसकी ऊँचाई २६,००० फुट या प्रायः ५ मील है।

चन्द्रलोकके खास-खास दर्शनीय चीजें हैं (फो० चित्र ३) —

कोपर्निकस 'ज्वालामुख'—उत्तर-पूर्व	अ
अर्चिमिद 'ज्वालामुख'—उत्तर-पूर्व	ब
प्लेटो 'ज्वालामुख'—उत्तर-पूर्व	स
ताइचो 'ज्वालामुख'—पूर्व-दक्खिन-पूर्व	द
इम्ब्रियस् 'समुद्र'—उत्तर-पूर्व	
नुवियम् 'समुद्र'—दक्खिन-पूर्व	

§ ४. सौर-परिवार

१. ग्रह^१

दूरबीनके आविष्कारसे पूर्व पृथिवीके अतिरिक्त, शुक्र, बुध, मंगल, बृहस्पति और शनि पाँच ही ग्रह हमें मालूम थे । दूरबीनके आविष्कारके बाद नापनेके दूसरे भी वारीक यंत्र बने, गणितने भी और उन्नति की, और वरुण^२ नेपचूँ और प्लूटो (यम) तीन और ग्रहोंका पता लगा । बहुत दूर होनेसे यह ग्रह आकाशमें इतने छोटे थे, कि इन्हें नंगी आँखोंसे देखा नहीं जा सकता था; किन्तु ज्योतिषियोंको गणितकी कठिनाइयोंसे सन्देह हो रहा था, कि बाहर और ग्रह हैं, जिनका आकर्षण ज्ञात ग्रहोंपर काम कर रहा है । सौर-परिवारका सबसे दूरस्थ तथा सबसे पीछे (१६३० ई०में) ज्ञात हुआ ग्रह प्लूटो^३ है । यह परिवार इतनी दूर तक फैला हुआ है, कि जहाँ सूर्यका प्रकाश (१५६ हजार मील प्रतिसेकेंडकी चालसे) पृथिवी तक आठ मिनटमें पहुँचता है, वहाँ उसे प्लूटो तक पहुँचनेमें ४ घंटे लगते हैं । कुछ विद्वानोंकी राय है, कि प्लूटोसे बाहर भी अभी एक दर्जन ग्रह हो सकते हैं; इसलिए समीपतम तारेको ४ वर्ष दूरकी मंजिलपर पा हमें इससे आश्चर्य नहीं होना चाहिए । सूर्यके ग्रहोंके पिंड, कक्षा आदिका विवरण इस प्रकार है—

^१ देखो मंगल, बृहस्पति और शनिके फोटो-चित्र ४, ५, ६ । ^२ Uranus.

^३ प्रो० बदरीनाथ प्रसादका लेख (सरस्वती, फरवरी १९३४, पृ० १६१-६५) ।

पिंड	सूर्यसे दूरी (लाख मील)	व्यास (मील)	मात्रा (पृथिवीसे गुना)	ताप (सेंटीग्रेड)	धुरीपर घूमना घंटा मिनट सेकंड	कक्षाभ्रमण (दिन)
सूर्य	—	८,६४,३६७	३,३२,०००	६०००°	४८	—
शुक्र	३६०	३००८	०.०५	३५०°	४२	८८
बुध	६७२	७६००	०.८२	-२५°	२३	२२५
पृथिवी	९३०	७९१३	१.००		२३	३६५ $\frac{१}{४}$
एरोस	१३५०			१०°	२४	६४३
मंगल	१४१५	४२१५	०.६६	-७०°		६८७
बृहस्पति	४८३३	६०२५४ध्रुव ८४७७८मध्य	३१८	-१४०	५०	४३३२
शनि	८८६०	७५१००ध्रुव ६७२००मध्य	९५	-१५०	९	१०७५६
बरुण	१७८२८	३१६००	१५	-१८०°	१०	३०६८७
नेपचूँ	२७६३८	३३०००	१७	-२००°	१०	६०१८१
प्लूटो	३७०००			-२४०°		

२. गुरुत्वाकर्षण

न्यूटनने पहिले-पहिल पता लगाया, कि आकाशीय पिंड एक दूसरेके आकर्षणसे अपनी कक्षापर अवस्थित रहते भ्रमण कर रहे हैं। विजली, चुम्बक और प्रकाशको एक जगहसे दूसरी जगह जानेमें देर लगती है, किन्तु आकर्षण शक्तकी यह विशेषता है, कि उसे एक स्थानसे दूसरे स्थानमें जानेमें समय नहीं लगता, पिंडके साथ वह वहाँ मौजूद है। दूसरी विशेषता यह है कि प्रकाशको पर्देसे रोका जा सकता है, विजली, चुम्बक और एक्स-रेके भी ओट हैं, जिनके बीचमें आनेसे उनका प्रवाह रुक जाता है; किन्तु गुरुत्व-आकर्षणके रास्तेमें कोई ओट नहीं डाला जा सकता। आगे हम बतलायेंगे कि जबतक हमारे अन्वेषणका विषय सौर-परिवार था, तब तक गुरुत्वाकर्षणके मान लेनेमें कोई हर्ज नहीं था, किन्तु जब हम सूर्यसे तारोंकी ओर बढ़ने लगे, तो उसमें दोष निकलने लगे, और अन्तमें आइन्स्टाइनने अपने सापेक्षतावादके सिद्धान्तमें बतलाया, कि जिसे न्यूटनने गुरुत्वाकर्षण समझा, वह वस्तुतः लाखों मील घंटेकी चालसे चलने-वाले आकाशीय पिंडोंका भ्रोक है। ये पिंड रेलकी ट्रेनकी भाँति अपने पासके आकाशको भी भ्रोकके रूपमें लिए दौड़ रहे हैं।

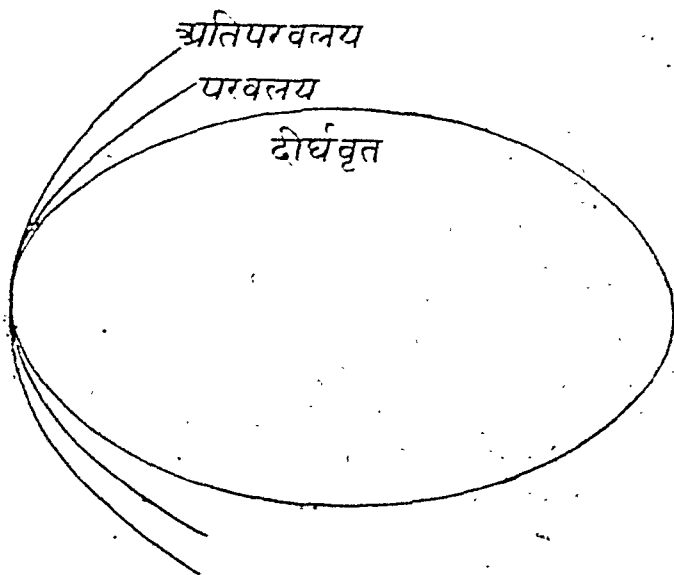
आगे हम बतलायेंगे कि जीवन 0° (हिमविन्दु)से 100° सेंटीग्रेड (उबालविन्दु)के भीतर ही रह सकता है। शुक्र जीवधारियोंके बसने लायक नहीं है। उसका सिर्फ एक पार्श्व सदा सूर्यके सामने रहता है जिससे वह 350° सेंटीग्रेड गर्म है। दूसरा पार्श्व तो सूर्यके प्रकाशसे वंचित होनेके कारण अत्यन्त शीतल होनेसे ही जीवनके लिए अनुपयुक्त है। मंगल ही एक ऐसा ग्रह है, जिसका मध्यम ताप 10° है, और वहाँ जीव-धारियोंके होनेकी संभावना हो सकती है। बाकी सभी ग्रह हिमविन्दुसे बहुत नीचेकी सर्दों रखते हैं, अतः वे इसके लिए अयोग्य हैं। जीवन, मालूम होता है, विश्वमें बहुत दुष्प्राप्य वस्तु है।

३. धूमकेतु

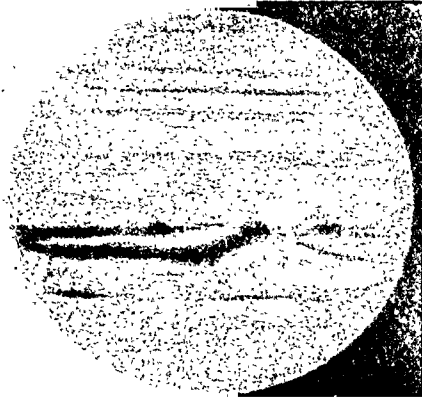
ग्रहोंके बाद सौर-परिवारके दूसरे बड़े सदस्य हैं धूमकेतु। बहुत पुराने

समयसे झाड़ूसी लंबी पूँछ देखकर लोगोंका ध्यान इनकी ओर आकर्षित हुआ । सभी देशोंमें इन्हें अनिष्टसूचक समझा जाता रहा । धूमकेतुओंकी संख्या उससे कहीं ज्यादा है, जितना कि हम देखते हैं । पाँचमेंसे सिर्फ एक केतु नंगी आँखोंसे देखा जा सकता है । न्युकम्बने हिसाब लगाकर बतलाया है, कि १५०० ई०से १८०० ई०के बीच ७९ धूमकेतु नंगी आँखोंसे देखे गए होंगे । डेनिंगके हिसाबसे १८५०ई० से १९१५ ई०के बीच नंगी आँखोंसे देखे जानेवाले कमसे-कम ७८ केतु उगे थे । इससे प्रतिवर्ष एक बड़े धूमकेतुकी औसत पड़ती है । १९११ ई० जैसे कुछ ऐसे भी साल होते हैं, जिनमें चार-चार धूमकेतु उग आते हैं ।

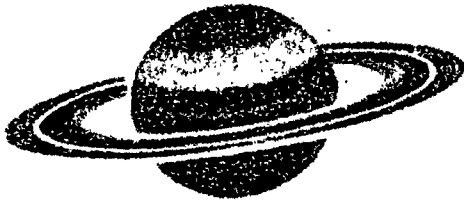
धूमकेतुओंमें कुछ तो ऐसे हैं, जो कि हेली, टेम्पुल जैसे धूमकेतुओंकी भाँति ७६ या ३ वर्षोंके बाद अपनी कक्षापर भ्रमण करते हुए फिर हमारी



चित्र ६



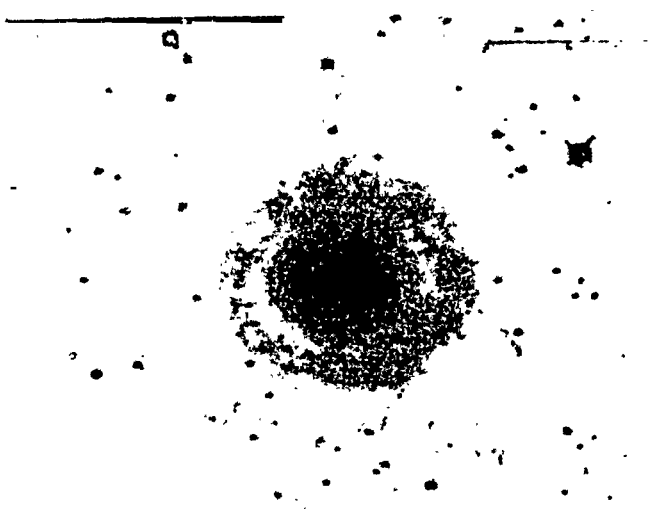
फोटो चित्र ५ (बृहस्पति, पृ० २७)



फोटो चित्र ६ (शनि, पृ० २७)



फोटो चित्र ७ (धूमकेतु, पृ० ३१)



आखोंके सामनेसे गुजरते हैं। इनकी कक्षाएँ बहुत लंबे दीर्घवृत्त (अंडाकार) हैं, जो कि सूर्यके पाससे शुरू हो सारे ग्रहोंकी कक्षाको पारकर दूर तक फैली हैं। कुछ केतुओंकी कक्षाएँ परवलय^१ या अतिपरवलय^२की शकलकी होती हैं (चित्र ६) और उनके केतु सौर-जगत्के बाहरके वासी हैं, सिर्फ सूर्यके आकर्षणसे हमारे जगत्में भटककर चले आते हैं।

धूमकेतु प्रहिले-पहिल कुहरेका गोलापिंड-सा दिखाई पड़ता है। जैसे-जैसे वह सूर्यके पास आता है, उसकी शकल बदलती जाती है। उसका सारा शरीर शिर, बूँदा और पूँछमें बटा होता है। बूँदा शिरके बीचमें अधिक चमकीला-सा दीख पड़ता है। शिरसे कुहरेकी धाराकी भाँति एक पूँछ सूर्यसे विरुद्ध दिशाकी ओर फैली रहती है। जब केतु सूर्यके समीपसे गुजरकर आगे बढ़ता है, तो पूँछ आगे और शिर पीछे चलने लगता है—पूँछ सदा सूर्यसे उल्टी दिशामें रहती है (फोटो चित्र ७)।

धूमकेतु छोटे बड़े सभी प्रकारके होते हैं। पूँछकी लंबाई किसीकी कुछ ही लाख मीलकी होती है, किन्तु किसी-किसीकी लंबाई पृथिवी-सूर्यकी दूरीसे भी ज्यादा (१=११के केतुकी दस करोड़ मील) होती है। एक केतुका शिर हमारे परिवारके सबसे बड़े ग्रह बृहस्पतिके पिंडसे ३५० गुना बड़ा था। इतने विशालकाय होनेपर भी केतुओंकी पिंड-मात्रा बहुत कम होती है; यह इसीसे मालूम होता है, कि अनेक बार कितनोंको पृथिवी या किसी दूसरे ग्रहके पिंड या कक्षाके पाससे गुजरते देखा गया, किन्तु उनका कोई प्रभाव ग्रह या उसकी कक्षापर नहीं पड़ा—१७७० और १८८६में कुछ केतु बृहस्पतिके उपग्रहोंसे होकर गए थे, किन्तु उनपर उनका कोई प्रभाव नहीं पड़ा। जून १९२१में पृथिवी योन्स विन्नेक धूमकेतुसे टकराते-टकराते बची। ऐसे ही टक्करका परिणाम अरिजोना (अमेरिका) का वह गड्ढा मालूम होता है, जिसकी शकल चन्द्रलोकके ज्वालामुखोंसे ज्यादा मिलती है और जो पौने मील व्यासका है। इसके पास बहुतसे उल्काके लोहे पाये गए हैं। पृथ्वीका

^१Parabola.^२Hyperbolá.

बाहरी खोल १० करोड़ वर्ष पुराना है, इतने समयके भीतर सिर्फ एक टक्कर होना जल्द होनेवाली घटना नहीं कही जा सकती। विशाल होने पर भी धूमकेतु पृथिवीकी मात्रासे $\frac{1}{1000000}$ से बड़े नहीं होते, किन्तु इतनेपर भी उनका वजन अरबों मनका होता है। पृथिवीसे गुजरनेपर शायद धूमकेतुओंकी गैस कुछ नुकसान पहुँचाये, किन्तु उसकी घनता बहुत कम होती है।

४ उल्कापिंड

अक्सर रातको हम टूटते तारोंको देखते हैं। जब कोई आकाशीय पिंड वाहरसे पृथिवीके आकर्षणसे खिंचकर २६ मील प्रतिसेकेंडकी चालसे हमारे वायुमंडलमें घुसता है, तो हवाका घर्षण उसपर इतना तीव्र होता है, कि वह जल उठता है। अधिकांश उल्का पृथिवी तक पहुँचनेसे पहिले ही जलकर अपनी राखको हवामें बिखेर खतम हो जाते हैं, कभी-कभी उनकी राख हमें पड़ी मिलती है। ऐसा अक्सर तो बहुत कम होता है, जब कि कोई ठोस उल्का-धातुपिंड जमीनपर आ पड़ता है। कावाका सबसे पवित्र पत्थर "अस्वद्" इसी तरहका एक उल्का पाषाण है। १ मई १८६० ई०को गर्नसी जिले (ओहायो, अमेरिका)में एक उल्कापात हुआ। एक जोरका धड़ाका हुआ, फिर दो पत्थर गिरकर जमीनमें धँस गए। वहाँ आसपासके दस मील लंबे, ३ मील चौड़े प्रदेशमें ३०से अधिक उल्काखंड पाए गए। उनमें सबसे बड़ेका वजन १०३ पाँड (१ मनसे अधिक) था। २५ जून १८६० ई०को कन्सास् (अमेरिका)में कितने ही दर्शकोंने उल्कापात होते देखा। भारी धड़ाका हुआ और एक बड़ी धुँकी पांती खड़ी हो गई। इसका सबसे बड़ा टुकड़ा धरतीमें ४ फीट धँस गया था, और तौलनेपर उसका वजन १२० पाँड (दो मनसे ऊपर) पाया गया। १८०८में सिबेरियामें जो उल्कापिंड गिरा था, उसने सैकड़ों मीलके जंगलमें आग लगा दी, और उसके कारण हुए भूकम्पका पता दूर तक लगा।

§ ५. तारे

१. तारा संख्या

निरभ्र रात्रिमें आकाशमें बिखरे तारोंको देखकर हम कह उठते हैं— इनका गिनना उतना ही मुश्किल है, जितना कि गंगाके बालुकणोंका गिनना । लेकिन बात दरअसल ऐसी नहीं है । अच्छी आँखवाला आदमी सिर्फ ४७ सौ तारोंको साफ तौरसे देख सकता है, और इनमेंसे आधे ही एक समय क्षितिजके ऊपर रहते हैं । तारोंके गिनने, पहिचानने और नामकरणका प्रयास कई जातियोंने किया । हिन्दुओंने तारोंको एक दूसरेसे मिलाकर बननेवाली आकृतियोंके नामसे उन्हें अश्विनी आदि सत्ताईस या अट्ठाईस नक्षत्रोंमें बाँटा । ये सत्ताईस नक्षत्र वे ही तारे हैं, जो कि पृथिवीकी गतिके उलटा संभ्रमनेपर चलते दिखाई देनेवाले सूर्य और चाँदके पथपर पड़ते हैं । चाँदनी और अँधेरी रातों तथा ऋतुओंके परिवर्तनके ज्ञानके लिए उन्हें यह जानना जरूरी था, कि सवेरे आश्लेषा ताराके पास सूर्यके उगनेपर हम वर्षा ऋतुके मध्यमें रहते हैं । इनके अतिरिक्त ध्रुवतारा (जो असली अचल ध्रुव बिन्दुपर नहीं उसके पास है) सप्त-ऋषि, प्रजापति, ब्रह्महृदय, लुब्धक, अगस्त्य आदि कुछ और तारे हैं, जिन्हें उन्होंने पहिचाना था । हिन्दुओंसे भी पहिले इस क्षेत्रमें अवतीर्ण होनेवाले काल्दिया (मेसोपोतामिया) के लोग थे । उन्होंने तारों, राशियों, सूर्य-चन्द्र-ग्रहणकी कई बातें पहिले-पहिल खोज निकाली थीं । मेप आदि बारह राशियाँ उन्होंने ही पहिले जारी कीं । उनसे यह ज्ञान घूमता हुआ यूनान पहुँचा, और यूनानियोंसे हिन्दुओंने सीखा ।

तारोंकी सूची बनानेका पहिला प्रयास तालमीने १३७ ई०में किया । उसने १०२५ तारोंका निर्देश किया है । समरकंदके मंगोल शासक उलुग बेगकी प्रेरणासे एक सूची १४५० ई०में बनी थी । १५८० ई०में ताइचो ब्रेहेने एक तारा-सूची तैयार की, जिसमें १००५ तारे थे । तालमी और ब्रेहे दोनोंका उतने ही तारोंकी सूची बनाना बतलाता है, उनकी आँखोंकी

ताकत समान थी, और नंगी आँखोंसे इतने ही तारोंका निरीक्षण-परीक्षण किया जा सकता है। दूरबीनके आविष्कारके बाद देखे जानेवाले तारोंकी संख्या बहुत बढ़ गई, और फोटोग्राफीके बाद तो उनका गिनना भी आसान हो गया। साधारण दूरबीनसे देखनेपर तारोंकी संख्या ५० हजार तक पहुँच जाती है। २ $\frac{1}{2}$ इंची दूरबीनसे अर्जलेण्डरने तीन लाख तारोंका निरीक्षण किया। विल्सन गिरि (कलेफोर्निया) पर स्थापित दुनियाकी सबसे बड़ी दूरबीन—जिसके लेन्सका व्यास १०० इंच है—से डेढ़ अरब तारोंका फोटोग्राफ लिया जा सकता है। अमेरिकाके प्लोमर गिरिपर स्थापित की जानेवाली २००'ची दूरबीन जब तैयार हो जायेगी, तो इस संख्यामें कुछ अरब तारोंकी और वृद्धि होगी, और चन्द्रमाको तो वह २५ मीलपर ला छोड़ेगी।

प्रकाशके अनुसार तारोंको कई वर्गोंमें बाँटा गया है। पहिले दूसरे, तीसरे वर्गके तारे ज्यादा चमकीले हैं, किन्तु उनकी संख्या बहुत कम (क्रमशः १६ और ६५ और २००) है। सातवें-आठवें वर्ग तकके तारोंको खाली आँखों से देखा जा सकता है। चौथे वर्गसे आगेके तारोंकी संख्या इस प्रकार है—

वर्ग	संख्या	वर्ग	संख्या	वर्ग	संख्या
४	५३०	१०	३,२४,०००	१६	७,१०,००,०००
५	१,६२०	११	८,७०,०००	१७	१५,००,००,०००
६	४,८५०	१२	२२,७०,०००	१८	२६,६०,००,०००
७	१४,३००	१३	५७,००,०००	१९	५६ करोड़
८	४१,०००	१४	१,३८,००,०००	२०	१ अरब
९	१,१७,०००	१५	३,२०,००,०००		

२. तारा-परिचय

ज्योतिषियोंने सारे खगोलके तारोंको ८८ नक्षत्रोंमें बाँटा है, किन्तु इनमें कितने ही तारे ऐसे हैं, जिन्हें हम उत्तरी गोलार्द्धके वासी देख नहीं सकते। (देखो "विज्ञान" अप्रैल १९४३ में, पृष्ठ १, २, ३६, ३७, डा० गोरखप्रसादका लेख)।

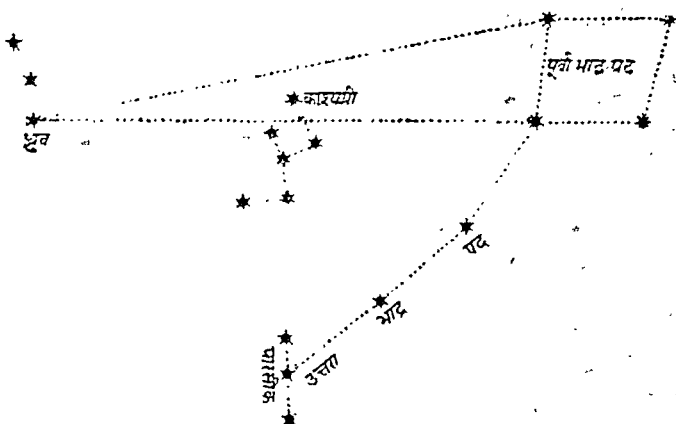
ध्रुव और सप्तर्षिसे हम पहिले शुरू करते हैं। हम लोग जो पृथिवीके उत्तरी गोलार्द्ध अर्थात् भूमध्यरेखासे उत्तरमें रहते हैं, उन्हें उत्तर दिशाका ज्ञान ध्रुवतारा द्वारा आसानीसे हो सकता है। भूमध्यरेखासे देखनेपर जहाँ वह उत्तरी क्षितिजसे सटा देखनेमें आयेगा, वहाँ जितना ही उत्तरकी ओर हम बढ़ते जायेंगे, उतना ही वह क्षितिजसे ऊपर उठता जायेगा। किसी स्थानके अक्षांशको जाननेके लिए ध्रुवतारा अच्छा साधन है। क्षितिजसे जितना डिग्री ध्रुव ऊपर हो, उतना ही उस स्थानका अक्षांश है। यदि हम सीधे उत्तरी ध्रुवपर पहुँच जायें, तो वहाँ ध्रुवतारा हमारे शिरपर दिखलाई पड़ेगा, और उत्तर दिशा तो हमारे शिरमें ऐसी गायब होगी, कि उसका हँढ़ेसे भी पता नहीं लगेगा। नीचे हम ध्रुव, लघु सप्तर्षि, महासप्तर्षि और काश्यपी तारोंका चित्र देते हैं, आकाशसे मिलानेपर ये तारे साफ पहिचानमें आ जावेंगे—



चित्र ७

महासप्तर्षिके चौखटेके बाहरवाले दोनों तारों (पुलह, क्रनु)को रेखासे मिलाकर यदि उस रेखाको आगे बढ़ाया जाय, तो वह ध्रुवतारापर पहुँचेगी (चित्र ७)। ध्रुव दूसरे वर्गका तारा है, जिसे कि बाहर निकले सात तारोंके संकेतसे नक्षत्रमें दिखलाया गया है। ध्रुवके पास सात तारोंका एक और समूह है, जिसे लघुसप्तर्षि कहते हैं। हिन्दी भाषाभाषी प्रान्तोंमें रातमें यात्रा करते वक्त इससे हम घड़ीका काम ले सकते हैं। यह नक्षत्र-वर्ष क्षितिजसे ऊपर रहता है, और रातभरमें ध्रुवकी आधी परिक्रमा करता है। काश्यपी तारा पुंज अंग्रेजीके अक्षर W जैसा है। सप्तर्षि जब

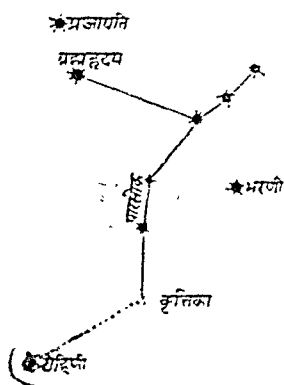
ध्रुवके नीचे क्षितिजकी आड़में छिपे रहते हैं, तो यह ऊपर ध्रुवके ऊपर दिखलाई पड़ेगा। ध्रुवसे काश्यपी (शर्मिष्ठा) तारा-गुच्छकी ओर बढ़ी रेखाको



चित्र ८

आगे बढ़ानेपर वह चार बड़े-बड़े तारोंके गुच्छक पूर्वा-भाद्रपदापर पहुँचेगी (चित्र ८), यही वर्षा-ऋतुका प्रसिद्ध नक्षत्र पूर्वा है। उन दिनों सूर्य इसी नक्षत्रके पास उगता है। इसकी सहायतासे हम उत्तरा-भाद्रपदाको आसानीसे पहिचान सकते हैं।

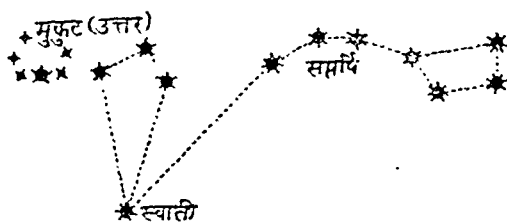
उत्तरा-भाद्रपदाके दूसरे सिरेपर पारसीक नक्षत्रके तीन तारे हैं। जो हमें भरणी, कृत्तिका, और ब्रह्महृदय तारोंके पहिचाननेमें मदद देंगे, (चित्र ९)। भरणी हिन्दू नक्षत्र-मंडलका दूसरा नक्षत्र है। कृत्तिका छोटे-छोटे तारोंका एक भुमूट है। रोहिणी नामके अनुसार देखनेमें भी लाल मालूम पड़ती है।



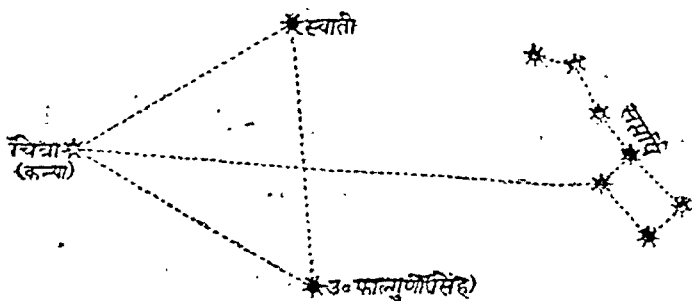
चित्र ९

खटोलेके ऊपर तीन तारे बच्चोंकी तरह सो रहे हैं, इन्हें इल्वल कहते हैं। इन तीनों तारोंको मिलानेवाली रेखा यदि आगे बढ़ाई जाये, तो वह आकाशके सबसे चमकते तारे लुध्वक (लोधवा)के पास पहुँचती है। सप्तर्षिके चौखटेके दो तारों अत्रि और पुलहको मिलानेवाली रेखा आगे बढ़ाई जानेपर दो चमकते तारे पुनर्वसुके बीचसे गुजरती है। बारह राशियोंमें गिनी जानेवाली मिथुन (जोड़ा) राशि इन्हीं जोड़े तारोंके कारण कही जाती है।

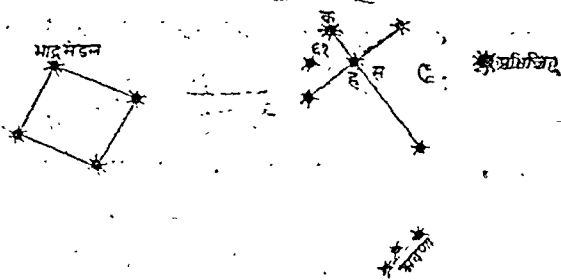
सप्तर्षिकी सहायतासे मघा (सिंह), स्वाती, चित्रा और उत्तरा फाल्गुनीको हम निम्न चित्रों (११-१५) द्वारा पहिचान सकते हैं। —



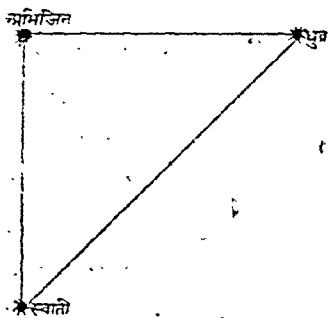
चित्र ११



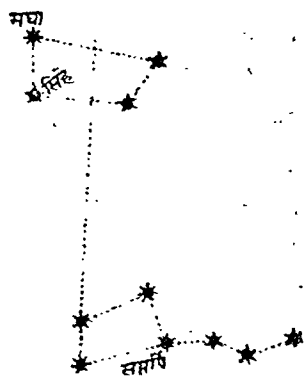
चित्र १२



चित्र १३



चित्र १४



चित्र १५

३. तारोंकी दूरी

सूर्यसे प्लूटोकी दूरीको ही मीलोंमें लिखना तरद्दुदका काम है। और तारे तो इतनी दूर हैं, कि उनकी दूरी लिखनेके लिए तील और शंक्की संख्याएँ भी अपर्याप्त हैं। इस दिक्कतको दूर करनेके लिए ज्योतिषियोंने प्रकाश-किरणोंको अपना गज बनाया है। हमें मालूम है, कि प्रकाश-किरणें १ लाख ८६ हजार मील प्रतिसेकेंडकी चालसे चलती हैं, अर्थात् एक सालमें $1,86,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 \frac{1}{4}$ मील = १,४६,६४,२४,००,००० मील (सूर्यकी दूरीसे ६३ हजार गुना) इसे प्रकाश-वर्ष कहते हैं।

सूर्यके सबसे समीपका तारा चार प्रकाश-वर्ष दूर है और दूसरोंकी दूरी तो करोड़ों प्रकाश-वर्ष तक पहुँचती है। इतनी दूरीको नापना दूरबीन और त्रिकोण मितिके बसकी बात नहीं है।—दूरी इतनी है कि बड़ीसे-बड़ी दूरबीन भी ताराके आकारको बड़ा करके नहीं दिखला सकती इसके लिए मनुष्यके मस्तिष्कने रश्मिवर्ण-दर्शक यंत्र निर्माण किया है। तिकोना शीशा (त्रिपाश्व) प्रकाशकी किरणोंको उनके लाल, नारंगी, पीले, हरे, श्याम, नीले और कासनी रंगोंमें फाड़ देता है (चित्र १६)। दूरबीन और त्रिपाश्वके योगसे रश्मि-वर्ण दर्शक-यंत्र बनाया गया है। इसके तीन भाग होते हैं—

(१) दूरबीन, जो कि दूरके तारोंके प्रकाशको पकड़ती है; फिर वह किरण (२) भीतरसे समान अक्षिके रूपमें निकलकर तिकोने शीशों (त्रिपाश्वों) की भँभरीपर पड़ती है। इस भँभरीमें एक दर्पणका टुकड़ा लगा रहता है, जिसपर बहुत सी सूक्ष्म समानान्तर रेखाएँ खिंची रहती हैं। भँभरी किरणोंको अलग-अलग रंगोंमें फाड़ती है, और उनके प्रत्येक अवयवके कम्पनको अलग-अलग समानान्तर किरणोंके रूपमें प्रतिफलित करती है। इस प्रकार काँचपर प्रतिफलित किरणें भिन्न-भिन्न तरंग-लम्बानोंके समानान्तर पुंजसी जान पड़ती हैं। पुंजोंकी दिशा भिन्न-भिन्न होती है। दूरबीन इनमेंसे प्रत्येक रेखापुंजको प्रतिविवके तौरपर 'फोकस'^३ करती है, जिसे कि आँखके शीशेसे उसी वक्त देखा जा सकता है, या फोटो लेकर उसका इतमीनानसे पीछे परीक्षण किया जा सकता है। इन अन्तिम भिन्न-भिन्न रंगोंके प्रतिविवोंपर कितनी ही सूक्ष्म काली रेखाएँ होती हैं, जिनकी संख्या और तिरछापन किरण-उद्गम-स्थानके तत्त्वों और उनकी वाष्पीय आदि अवस्थाको बतलाते हैं। (चित्र १७)

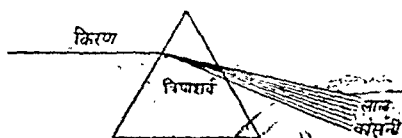
ग्रहों और सूर्यकी दूरी नापनेमें हम पृथिवीके व्यासको आधार मानकर उसकी दोनों छोरोंपर किसी आकाशीय पिंडसे खींची जानेवाली रेखाओंसे

^१ Axis.

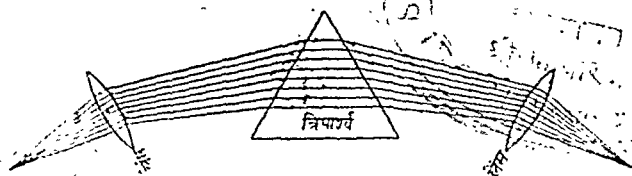
^२ Prism.

^३ Focus.

वने कोणोंको नाप लेते हैं। लेकिन तारोंकी दूरी इतनी अधिक है, कि पृथिवीका व्यास कोई हैसियत नहीं रखता। इसके लिए पृथिवीकी कक्षाका व्यास लिया जाता है, लेकिन तो भी तारापर वननेवाला कोण बहुत छोटा होता



चित्र १६



चित्र १७

हैं। अभी तक जितने तारे नापे गए हैं, किसीका कोण १'' विकला (सेकेंड)^१ भी नहीं मिला है। १८३८ ई०में पहिले-पहिल एक ताराका कोण (लम्बन) मालूम हुआ, उससे पहिले तारोंकी दूरीका नापना असम्भव समझा जाता था। आजकल कोणको शुद्धतापूर्वक नापनेमें बहुत भारी सहायक फोटोग्राफी है। जिस ताराका कोण जानना है, छ महीनेके अन्तरसे (जिसमें कि पृथिवी अपनी कक्षाका आधा भाग तै कर लेती है, और इस प्रकार कक्षाका व्यास आधार-रेखा बन जाता है) दो फोटो आसपासके दूसरे तारोंके साथ ले लिए जाते हैं। इससे हम तारापर वननेवाले कोणको जान सकते हैं (चित्र १८)। इस कोणमें ताराकी अपनी गति भी शामिल है; जिसे—

^१ एक समकोण = ९०° अंश (डिग्री); १° अंश = ६०' कला (मिनट); १' कला = ६०'' विकला (सेकेंड)।

साल भर बाद पृथिवीके अपनी कक्षाके पहिले स्थानपर आ जानेसे—
आसानीसे जानकर निकाल दिया जा सकता है । इस प्रक्रियासे नापनेपर
एक विकलाके साँवें हिस्सेसे अधिक गलती होनेकी संभावना नहीं है ।
अवतक जिन तारोंकी नपाई हुई है, उनमेंसे कुछकी कोणमात्रा (लम्बन),
दूरी आदि इस प्रकार हैं—

	कोण (विकला)	दूरी-(प्रकाश-वर्ष)
लुब्धक	०.३६	८.६
श्रवण	०.२२	१४.८
रोहिणी (वृष)	०.१५	२१.७
अभिजित्	०.१२	२७.२
ब्रह्महृदय	०.१२	२७.२
ध्रुव तारा	०.०७	४६.५
नराश्व ^१	०.७६	४.३
समीपी ^२	०.७६	४.१
हंस ६१	०.३०	१०.६

हमारा स्थानीय विश्व (आकाश-गंगा) ३ लाख प्रकाश-वर्ष लम्बा और
६० हजार प्रकाश-वर्ष मोटा है । इस तरह सूचीके सारे ही तारे हमारे
स्थानीय विश्वसे संबंध रखते हैं । हमारे सबसे नजदीकके तारोंका प्रकाश
चार वर्षसे अधिकमें हमतक पहुँचता है । जिस ध्रुवको आज हम देखते हैं,
वह ४६ $\frac{१}{२}$ वर्ष पहिलेके ध्रुवका प्रेत है । ऐसे भी तारे हैं, जिनका प्रकाश
हमारी तरफ उस वक्त चला, जब कि पृथिवीपर अभी मनुष्य पैदा भी
नहीं हुआ था ।

^१ चित्रा (कन्या), विशाखा (तुला) दोनों नक्षत्रों तथा आकाशगंगाके
बीच एक नक्षत्रमंडल (Centaurus), जिसके उक्त दोनों तारे आकाश-
गंगामें पड़ते हैं ।

^२ Proximo.

तारे]

विश्व

४. आकार और तापमान

तारोंके आकारका नापना और भी कठिन काम है, और १८६८ ई०से पहिले तो इसके प्रस्ताव करनेका भी किसीको साहस नहीं हुआ था।

ताराकी दूरी नापनेके लिए पृथिवीकी कक्षाका व्यास हमारे पास

मौजूद है, किन्तु दूरीके कारण तारा-

पिंड इतना छोटा है, कि उसे पृथिवी-

से नापा नहीं जा सकता। विल्सन-

गिरिकी १०० इंची दूरवीन काममें

सहायक हुई है। सूक्ष्ममापक-यंत्रोंसे

हम ताराके वेधको नाप सकते हैं

(चित्र १८)। इस नापसे आर्द्राका

व्यास कोणोंमें ०".०४६; स्वाती-

का ०".०२४ और ज्येष्ठका ०".०

४० मालूम हुआ है। एक कोण

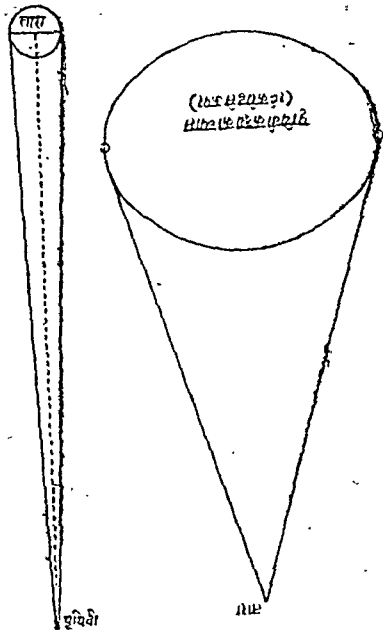
और लंब मालूम हो जानेपर तारा-

का व्यास निकालना आसान काम

है। इस नापसे कुछ तारोंके पिंड

सूर्य (व्यास ८,६४,३६७ मील)की

तुलनामें निम्न प्रकार नापे गए हैं—



चित्र १८

सूर्य	१	ज्येष्ठा	४८०
भ्रजापति	१२	अभिजित्	३४
स्वाती	३०	लुट्ठक	१८
रोहिणी	६०	श्वानिका क	१६
आर्द्रा	२६०	नराश्व क	१

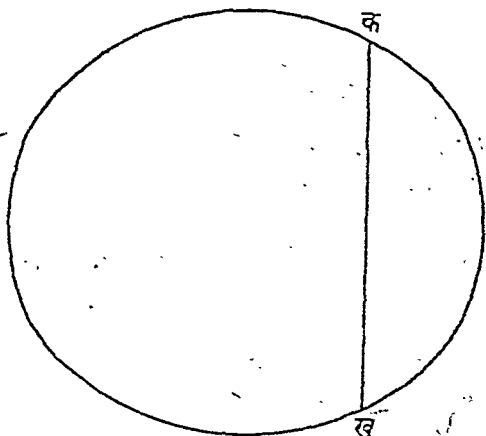
कुछ अप्रसिद्धसे तारे सूर्यसे छोटे भी मिले हैं। सूर्य वस्तुतः तारोंके बीच एक मझोले दर्जेका तारा है। आर्द्राका व्यास २६ करोड़ मील है, यदि वह

समान दूरीपर नहीं है, दूसरे हम खुद आकाशगंगाके केन्द्रपर नहीं, बल्कि उससे ४७,००० प्रकाश-वर्ष हटकर हैं। यदि बीचमें होते तो किनारों पर तारे एक समान घने मालूम होते।

आकाशगंगा^१ एक मझोले कदकी निहारिका है, जिसकी मात्रा एक अरब सूर्योसे (सूर्य पृथिवीसे तीन लाख तेरह हजार गुना) भी ज्यादा है।

वह अपनी छोटी घुरी (क, ख) पर घूम रही है (चित्र १६), और उसका एक पूरा चक्कर तीस करोड़ वर्षों में समाप्त होता है।

काप्टेन विश्व हमारी आकाशगंगाका एक छोटासा भाग है, जो कि हरकिल तारामंडलकी निहारिका (म. ३३) में पड़ता है।



काप्टेन विश्व जैसे

चित्र १६

हजारों तारा-गुच्छक हमारी आकाशगंगा और चक्करदार निहारिकाओं में पाये जाते हैं।

§ ७. चक्करदार निहारिकाएँ या द्वीप-विश्व

हम नंगी आँखोंसे एकाध ही निहारिकाएँ देख सकते हैं, और वह भी देखनेमें तारों जैसी मालूम होती है। दूरबीनसे देखनेपर उनमें कुछ गोल दिखलाई पड़ती हैं और कुछकी आकृति शंखके चक्करकी भाँति (फोटो-चित्र ६)। गोल निहारिकाएँ (फोटो-चि० =) हमारे स्थानीय विश्व या

^१ Milkyway.

आकाशगंगाके तारागुच्छ हैं। चक्करदार नीहारिकाएँ महान् विश्वसे छोटी किन्तु करोड़ों तारागुच्छकोसे मिलकर बने छोटे विश्व हैं। आकाश-गंगा भी इसी श्रेणीका एक द्वीप-विश्व है। हमारी पृथिवी न बृहस्पतिकी भाँति विशाल न एरोस् या शुक्रकी भाँति छोटा ग्रह है। सूर्य भी मझोले डीलडौलका है, किन्तु हमारी आकाशगंगा अपनी श्रेणीके द्वीप-विश्वोंसे बहुत बड़ी है। उपग्रहों-ग्रहों और सूर्यके बीच खाली जगह रखनेमें जो उदारता प्रकृतिने दिखलाई है, वह इन नीहारिकाओंके फासिलेमें और बढ़ गई है—दो नीहारिकाओंके बीच १० लाख प्रकाश-वर्ष लंबी खाली जगह पड़ी है।

अबतक चक्करदार नीहारिकाओंकी जो खोज हुई है उसमें सबसे दूरकी (च) नीहारिका मिथुन राशि या पुनर्वसु नक्षत्रमें पाई गई है। यह बहुत ही क्षीण है, दूरी नापनेपर १५ करोड़ प्रकाश-वर्ष दूर साबित हुई है। आजकी सबसे शक्तिशाली १०० इंची दूरबीन हमारी पहुँच यहीं तक करा सकी है। प्लोमरगिरिके लिए बन रही २०० इंची दूरबीन हमारे इस क्षेत्रको जरूर आगे बढ़ायेगी, किन्तु अभी हमें इतने ही पर सन्तोष करना है।

जिन ६० चक्करदार नीहारिकाओंका वेध लिया जा चुका है, उनमें ५ को छोड़ बाकी सभी हमसे दूरकी ओर बहुत तेजीसे हटती जा रही हैं। इनकी यह गति ३०० किलोमीटर (१८६ मील)से १८०० किलोमीटर (१११६ मील) प्रति सेकेंड अर्थात् सूर्यकी गतिसे भी कई गुना अधिक है। एडिंम्टनके अनुसार विश्व फूँक मारे जाते खरके कुप्पेकी तरह फैलता जा रहा है, और इस फुलावके कारण हर तेरह करोड़ वर्ष बाद आकाशगंगा-का फासला दूना हो जाता है। यही सिद्धान्त नीहारिकाओंकी इननी तीव्र गतिके कारण मालूम होता है।

यद्यपि विवरणके साथ जाँच-पड़ताल की गई नीहारिकाएँ नीसे भी कम हैं, किन्तु दूरबीनने हमें बीस लाखके करीब चक्करदार नीहारिकाओंके अस्तित्वका पता दिया है।

§ ८. विश्व

१. विस्तार

पृथिवी, सूर्य, तारा और चक्करदार नीहारिकाओंके इस संक्षिप्त वर्णनसे मालूम होगा कि विश्व जिन पिंडोंका समूह है, वे कितने विशाल और कितने गर्म हैं। सूर्य और उससे ४८० गुना बड़ी ज्येष्ठा जैसे तारों, हमारी आकाश-गंगा जैसे विकराल द्वीप-विश्वोंके होते हुए भी इनके बीच अचिन्त्य विस्तृत खाली जगह पड़ी हुई है। इस खाली जगहमें ये पिंड जंगलमें सूईसे बंदकर स्थान नहीं रखते। सबसे नजदीकके पड़ोसी चन्द्रमा और हमारे बीच ३,३८,८४० मीलका खाली आकाश है। ग्रहोंमें जो ग्रह कभी-कभी हमारे पास सबसे नजदीक पहुँच जाता है, वह है शिशुग्रह एरोस, किन्तु वह भी डेढ़ करोड़ मील दूरसे ही भाँकता है। सूर्य हमारा प्राणदाता भी हम ९ करोड़ मीलसे अधिक दूर पर रहता है। और सबसे नजदीकके तारेकी दूरीको भी मीलोंने लिखना एक क्वाह्रत मोल लेनी है; वह इतना दूर है, कि वहाँसे चले प्रकाशकिरण जैसे दूतको भी हम तक पहुँचनेमें ४ वर्षसे अधिक लगते हैं। तारे एक दूसरेसे इससे कम फासला रखते हैं, इसका कोई प्रमाण नहीं। द्वीप-विश्वोंके बीच भी खाली जगह ही ज्यादा है। और एक द्वीप-विश्वसे दूसरे द्वीपमें प्रकाश-किरणोंको जानेके लिए दस लाख वर्ष लगाने पड़ते हैं।

आकाशगंगा जैसे बीस लाख द्वीप-विश्व जिसके भीतर हों, जिसके क्षेत्रफलको ३,८४,००,००,००,००० करोड़-लाख-करोड़-लाख-करोड़-लाख-करोड़-लाख घन मील हम लिख तो सकते हैं, किन्तु उसका चित्र खींचना मनके पर्देपर भी कठिन है। विश्वके सबसे सूक्ष्म कणों (एलेक्ट्रॉनों)की गणना 10^{23} (अर्थात् दसके दाहिने ७८ विन्दु) कहनेमें ही बहुत सरल मालूम होती है।

हाँ, इतनेसे यह तो मालूम हो गया, कि विश्व अनन्त तक फैला नहीं है। विश्वकी आकृति नास्पाती या झोलकी-झकलकी है। हमारी

खोज अभी १५ करोड़ प्रकाश-वर्ष तक हो सकी है, इसलिए इसके वारेमें इससे ज्यादा नहीं कहा जा सकता। सान्त परमाणुओं, सान्त तारों और सान्त द्वीप-विश्वोंसे बना विश्व भी सान्त ही हो सकता है, यह बात स्पष्ट है। सान्त होते भी विश्वकी सीमा विश्व खुद है। जिस तरह सान्त होते भी भूगोल अपने आप अपनी सीमा है। पिंडरहित (खाली) और पिंड-सहित (वसे) स्थान विश्वके भीतर हैं। जहाँ विश्व नहीं वहाँ उससे परेका सवाल उठाना भूठा तर्क है।

२. फैलता विश्व

वैज्ञानिक अन्वेषणोंसे पता लगता है, कि विश्व जो इस वक्त है, वही हमेशासे नहीं चला आया। एडिंग्टनके अनुसार विश्व ऐसे रवरके गुब्बारेकी तरह है, जिसे हवा भरकर फुलाया जा रहा है; अथवा, मानों वह साबुनका बुलबुला है, जिसे बिजलीसे फुलाया जा रहा है। बुलबूलेकी पतली खोल लगातार बढ़ती जा रही है। जितना ही बुलबुला अधिक बढ़ता जा रहा है, उतनी ही उसकी सिकुड़नेकी ताकत कम होती जा रही है। जैसे इस बुलबूलेमें 'ठोस वस्तु' किनारेपर होती है, उसी तरह विश्वके अवयव (पिंड) भी खोलके पास बाहरकी ओर हैं। जैसे फूलते-फैलते गुब्बारेकी खोलका हर एक सूक्ष्म भाग फैलावके साथ एक दूसरेसे दूर होता जाता है, वैसे ही विश्वका हर एक पदार्थ इस मौलिक फैलावके कारण एक दूसरेसे दूर होता जा रहा है। लाखों प्रकाश-वर्षकी दूरीपर अवस्थित चक्करदार नीहारिकाएँ जो हजार-हजार किलोमीटर प्रति सेकेंडकी चालसे भागती दीख रही हैं, उसकी बहुत कुछ वजह विश्वका यह फैलाव है। हर तेरह करोड़ वर्ष (यही हमारी सबसे पुरानी चट्टानोंका समय है) बाद विश्वका व्यास दुगुना हो जाता है। पहिले किसी वक्त वह एक अरब प्रकाश-वर्ष था, किन्तु अब दसगुना हो गया है। विश्वका घेरा (परिधि) भी पहिले ६ अरब सत्तर करोड़ प्रकाश-वर्ष था। यह फैलाव हर एक अवयवमें है। एलेक्ट्रन—नाभिकण, अणु-परमाणु, ग्रह-तारे सबके बीचका अवकाश इसी दरसे बढ़ता गया है।

विश्व संबंधी ये आँकड़े ध्यानमें रखने लायक हैं—

(क) दूरवर्ती पदार्थ प्रत्येक ३२६ प्रकाश-वर्ष दूरीपर प्रति सेकेंड ५२८ किलोमीटर (३२८ मील)की चालसे हट रहा है ।

(ख) आरम्भमें विश्वका व्यास ३२८ मेगापरसेक^१ या १०,०६८० लाख प्रकाश-वर्ष था ।

(ग) विश्वकी कुल मात्रा १० अरब-अरब-लाख सूर्य है ।

(घ) आरम्भमें प्रति घन-सेन्तीमीटर (१ सेन्ती = ३ इंच)में एक हाइड्रोजन परमाणुभर भौतिक तत्त्व थे ।

वर्तमान परिमाणके जाननेमें बड़ी दिक्कत यह है, कि सबसे शीघ्रगामी संदेशवाहक किरण भी हमारे पास लाखों-करोड़ों वर्षोंमें पहुँचती क्या बहुत सी तो अभी रास्तेमें हैं । कितनी ही सृष्टि-किरणोंने उस वक्त अपना 'स्थान' छोड़ा, जब कि विश्वका आकार छोटा था । उसके बाद जिस मात्रामें आकार बढ़ता गया, किरणें उसी परिमाणमें अपनी चालको तेज नहीं कर सकीं, और अभी वह विश्वकी एक परिक्रमा भी नहीं लगा सकीं ।

फिर संदेशवाहक यदि हमारे पास पहुँच भी जाते हैं, तो उस वक्त संदेश भेजनेवाले नदारद । जिन तारोंको हम आकाशमें देखते हैं, वेध-शालाओंमें जिनका वेध लेते हैं, उनमें जीवितसे प्रेतोंकी संख्या लाखों करोड़ों गुना ज्यादा है । आज हम उस ध्रुवताराको देख रहे हैं, जो आजसे ४६ $\frac{१}{२}$ वर्ष पहिले मर चुका है । आज हम उस नीहारिकाकी किरण पा रहे हैं, जो आजसे डेढ़करोड़ वर्ष पहिले थी, और इस बीचके समयमें पहिली जगहसे खरबों-नीलों-पदमों मील दूर हट गई है, तथा रूप और आकारमें जमीन-आसमानका पलटा खा चुकी है ।

आखिर इस निरन्तर फैलावका इस महान् बुलबुलेपर प्रभाव क्या पड़ेगा ? एडिंग्टनका कहना—वह फूट जायेगा । उसके द्वीप-विश्व जो अभी एक सूत्रमें पिरोये हैं, स्वतंत्र विश्व हो जावगे ।

^१ Megapersec.

^२ Cosmicrays.

दूरतम चक्करदार नीहारिकाओंके १०.०० किलोमीटर (६२० मील) प्रतिसेकेंड भागनेका समाधान इसी कल्पनासे किया जा रहा है; अभी कहा नहीं जा सकता, कि इसका कोई दूसरा समाधान भी हो सकता है या नहीं।

३. विश्व और जीवन

मनुष्य या प्राणि-जगत्का विश्व-योजनामें कोई स्थान नहीं मालूम होता। हमारे सौर-परिवारमें पृथिवीपर ही उनका पता है। मंगल, संदिग्ध स्थान है। चाँद और दूसरे ग्रहोंके तापमान ही कह रहे हैं, कि वहाँ जीवनकी गुंजाइश नहीं। आकाशीय पिंडोंके बीचकी खाली जगहोंमें परम-शून्य तापमानके साथ शीत और मृत्युका अखंड राज्य है। तारों जैसे तपते गोलोंमें जीवनकी संभावना कहाँ? शायद उनके ग्रह हों, शायद उन दर्जनों ग्रहोंमें एकाध ऐसे भी हों जिनमें किसी प्रकारका जीवन हो। किन्तु इस सबसे एक बात तो स्पष्ट है—विश्वका उद्देश्य जीवन नहीं है। जीवन उसके राह चलतेकी उपज है।

§ ९ सापेक्षतावाद

१. जगत् क्षण-क्षण परिवर्तनशील

सारा (विश्व) अनित्य (क्षण-क्षण परिवर्तनशील) है, यह बुद्धके सारे दर्शनका सार है। "जो है वह क्षणिक है"^१ जो क्षणिक नहीं वह है ही नहीं, यह बौद्ध-दर्शनका साधारण नारा रहा है। वैसे अरस्तूने भी "जहाँ भूत (= भौतिक तत्त्व) है, वहाँ गति और परिवर्तन है"—कहा, किन्तु अरस्तूके लिए एक नित्य अपरिवर्तनशील आध्यात्मिक (विज्ञानमय) जगत् भी मौजूद था। यहाँ हम परिवर्तनशीलतावादके दार्शनिक पहलूपर विचार नहीं कर रहे हैं। विश्वमें क्षणिकता और निरन्तर गतिके सिद्धान्तको मानते ही हमें किसी-न-किसी रूपमें सापेक्षतावादपर पहुँचना होगा, जैसा

^१ सच्चं अनित्यं (सर्वमनित्यम्) ।

^२ यत् सत् तत् क्षणिकम् ।

कि बौद्ध दर्शन अन्तमें नागार्जुनके सापेक्षतावादपर पहुँचा, यद्यपि वह रचनात्मककी जगह ध्वंसात्मक, वास्तविककी जगह काल्पनिक ज्यादा था। आइन्स्टाइनका सापेक्षतावाद भी विश्वकी क्षणिकता, निरन्तर गतिकी ही परिणाम है।

दीपशिखामें, तिनकेकी आगमें, क्षणिक परिवर्तन हमें साफ दिखाई देता है। ब्रह्ती धारा और उड़ते बादलोंकी गति हमारे लिए स्पष्ट है। किन्तु कितनी ही वस्तुएँ हमें देखनेमें स्थिर, गतिशून्य मालूम होती हैं। वृक्षका यह हरा पत्ता स्थिर मालूम हो रहा है, किन्तु यदि इसे एक शक्तिशाली अनुवीक्षणसे देखें तो, वह दौड़ते कणोंका झुंड मालूम होगा। स्थिर पानी देखनेमें निश्चल मालूम होता है, किन्तु जिन अणुओंके मिलनेसे वह बना है, उन्हें हम अणुवीक्षणसे देखें तो मालूम होगा कि वे बड़ी तेजीसे चल रहे हैं। छोटे-छोटे कण किसी तरल पदार्थमें लटकाए जाते हैं, और काफी देर तक जरा भी कहींसे धक्का या गति न देनेपर वह स्थिरसे दीख पड़ते हैं। तरल वस्तुको जिस वक्त इस तरह हम बिलकुल निश्चल देख रहे हैं, उस वक्त भी यदि अणुवीक्षणसे जाँच करें, तो वे छोटे कण धूम-धुमौवे तरीकेपर झटकेके साथ चलते दीख पड़ेंगे। नापनेपर जान पड़ता है कि पानीके अणु उन्हें धक्का दे रहे हैं, जिससे वे निश्चित गतिसे अनिश्चित दिशाकी ओर चलते मालूम होते हैं। कणोंकी इस गतिको **ब्राउनीय गति** कहते हैं। इस प्रकार जब कि तरल पदार्थ निश्चल-सा मालूम होता है, उस वक्त भी उसके बनानेवाले कण हिल रहे होते हैं। तरल पदार्थके जिस रूपको हमारी आँखें देख सकती हैं, वह हमें निश्चल-सा मालूम होता है। लेकिन तीव्र गतिसे चलता विजलीका पंखा भी निश्चल मालूम होता है, और ऐसे चलते हुए अत्यन्त छोटे-छोटे पंखोंके गोल चक्करोंको मिलाकर यदि हम कोई शकल तैयार करें, तो वह भी हमें निश्चल ही मालूम होगी, किन्तु यह निश्चलता वास्तविक निश्चलता नहीं है।

इस प्रकार विश्वमें दिखलाई देनेवाली निश्चलता वस्तुतः दिखनेकी ही निश्चलता है। विश्वके सूक्ष्मतम अंग—विश्वकी मूल ईटें—तो गतिमें

सबको मात करती हैं। स्थिरताका भारी भ्रम हमारे भाषा-दोषसे भी होता है। ठीक तरहसे कहनेपर हम "है" कह ही नहीं सकते। "है" स्थिरताको प्रकट करता है, जिसका कि प्रकृतिके राज्यमें कहीं पता भी नहीं। "है" की जगह "होता है" (= भवति) कहना अधिक दुरुस्त होगा, क्योंकि जगत् वस्तुओंको (जिनसे स्थिरता प्रकट होती है) का नहीं, घटनाओंका समूह है, वह सिनेमाकी सरटिसे भागती तस्वीरोंसे बना दृश्य है।

हमारे विचार बदलते रहते हैं, रुचि-अरुचि कालान्तरमें कुछ-से-कुछ हों जाती है। आचार-विचार, धारणाओं और रुद्धियोंकी कीमत हमारी नजरमें भी घटती-बढ़ती रहती है। परिस्थितियाँ हमको बदल रही हैं, हम परिस्थितियोंको बदल रहे हैं। समाज व्यक्तिको बदल रहा है, व्यक्ति समाजको बदल रहे हैं। मनुष्यके शरीरका सबसे सूक्ष्म यंत्र—उमके मस्तिष्ककी पीली मज्जा—का तेजीसे विजलीकी चालसे लहराना और बदलना ही हमें ज्ञान और विज्ञानके बड़े-बड़े चमत्कारोंके रूपमें दिखाई पड़ता है।

वादलोंको तरह-तरहका रूप लेते देख दर्शकके मनमें बड़ा कौतूहल होता है। विश्व रूप बदलनेमें अपने वादलोंसे पीछे नहीं है। उसका हर एक अवयव जो एक क्षण पहिले था वही दूसरे क्षण नहीं रहता। कोयलेका टुकड़ा एक क्षण पहिले कोई काली-काली ठोस चीज थी, अब वह जलकर कोयला नहीं रहा। उसका कुछ भाग चमकते कणोंमें बदल गया, जो कि अब आकाशमें चल रहे हैं, कुछ भाग काले कणोंका रूप ले बुँकी शकलमें फँस रहा है।

विश्वमें तेजीसे परिवर्तन हो रहे हैं, और हर परिवर्तन एक नई चीज हमारे सामने उपस्थित कर रहा है। आमूल परिवर्तन हो रहा है, किन्तु कुछ शक्तोंके साथ। जो चीज नई उपस्थित होती है, वह पहिलेके गुणोंमें ही नहीं, रूपमें भी सादृश्य लिए होती है। इसी सद्म-उत्पत्तिके कारण हमें स्थिरताका भ्रम होता है, जैसे काटे जानेके बाद नये उगे केसोंमें।

दिलचस्प कहानीसे समानता रखता है; सात सीधे-सादे लोग घरसे निकल कर कहीं जा रहे थे। गस्तेमें फूली हुई अलसीका खेत आया। उन्होंने समझा—शुद्ध नील जलका सरोवर है, नहा लेना चाहिए। कपड़े खोल उन्होंने मल-मलकर नहाना शुरू किया। नहाकर बाहर निकले, कपड़ा पहिन गिनने लगे, तो छै ही आदमी मौजूद थे, एक गायब था। दूसरे, तीसरे... सभीने गिना किन्तु वही छै, एक गायब। बैठकर रोने लगे—“हाय ! हमारा एक साथी इस सरोवरमें ही कहीं डूब गया।” वह गिननेमें अपनेको छोड़ जाते थे। हम भी विश्वके परिवर्तनको जब कभी अनुभव करते हैं, तब अकसर भूल जाते हैं, कि हम खुद उस परिवर्तनके भारी शिकार हैं।

देश (= लंबाई, चौड़ाई, मुटाई) और काल इसी परिवर्तनके रूपको प्रदर्शित करते हैं, यह हम आगे बतलानेवाले हैं। यहाँ इतना समझ लेना चाहिए कि जब हम किसी उत्पन्न वस्तुके कारणोंको गिनाते हैं, तो उनमें कालको नहीं गिनाते, और न देशको ही। भौतिक कारणोंके समुदायसे अलग देश-कालकी सत्ता नहीं है। देश कारणोंकी एक दूसरेकी उस सापेक्ष स्थितिको बतलाता है, जो उन्हें साथ-साथ देखते वकत मालूम होती है। काल उनकी स्थितिको, साथ-साथ नहीं, आगे-पीछे प्रकट करता है। वस्तुतः कहना चाहिए कि साथ-साथकी सापेक्ष स्थितिको हम वस्तुसे अलग करके उसी तरह काल कहकर पुकारते हैं, जिस तरह एक दो... को वस्तुसे अलग करके। और इसी तरह एक साथ नहीं आगे-पीछेकी सापेक्ष स्थितिको अलग करके उसे हम काल कहकर पुकारते हैं।

२. सापेक्षता

२६ वर्षके एक तरुणने १९०५ ई०में जर्मन-भाषाके एक साइंसीय वार्षिक-पत्र “भौतिकशास्त्रका वर्षपत्र”में एक निबंध लिखा। संसारके दार्शनिक और वैज्ञानिक इतिहासमें उस निबंधने जबर्दस्त उथल-पुथल मचा दी। उन्नीसवीं शताब्दीकी सबसे बड़ी गवेषणा समझे जानेवाले “ईश्वर”

तत्त्वको उसने नाममात्र ही गेप रहने दिया । दो शताब्दियोंसे साइंस-
 क्षेत्रमें वाक जमाकर बैठे हुए न्यूटनके गुरुत्वाकर्षणसे उसका सिंहासन छीन
 लिया । उस तरुणका नाम है अल्बर्ट आइन्स्टाइन (जन्म १८७९ ई०),
 और उसके इस निबंधका नाम था—“सीमित सापेक्षता” । १९१६ ई०के
 बाद आइन्स्टाइनने अपने सिद्धान्तको और भी विस्तृत क्षेत्रमें प्रयुक्त किया,
 जिसका नाम है—“असीम (या साधारण) सापेक्षता” । अपनी इस
 गवेषणाके लिए आइन्स्टाइनको सन् १९२१ में भौतिक साइंसका नोबेल
 पुरस्कार मिला । निबंध भौतिक और गणित शास्त्रोंकी पेंचीदगियोंसे
 भरा है, इसलिए उसका यहाँ देना मेरे लिए दुस्साध्य और अधिकांश
 पाठकोंके लिए निष्प्रयोजन है । किन्तु विशेषज्ञोंके कामका होनेपर भी
 आइन्स्टाइनका सापेक्षतावाद ऐसा नहीं है, कि साधारण शिक्षित जन उसे
 विलकुल समझ ही न सकें, और साइंसीय दृष्टिकोण बनानेके लिए तो उन्हें
 इसकी आवश्यकता और भी अनिवार्य है ।

सापेक्षतावादाने उन्नीसवीं शताब्दीके साइंसवेत्ताओंमें प्रचलित कई
 सिद्धान्तोंको भ्रान्त सिद्ध कर दिया है । ईथर, गुरुत्वाकर्षण, देव और
 कालकी धारणाएँ इनमें मुख्य हैं । आगे इनकी चर्चा करनेके पूर्व कुछ
 साधारण बातोंकी जानकारी जरूरी होगी ।

(क) रेखागणितके स्वयंसिद्ध—रेखागणितके बहुतसे स्वयंसिद्धोंको
 हम खातिरके लिए ही स्वयंसिद्ध मान लेते हैं । रेखा वह है, जिसमें लंबाई
 पर चौड़ाई या मुटाई नहीं । बिंदुमें लंबाई भी नहीं होती । दुनियामें ऐसी
 रेखा नहीं देखी गई, जिसमें चौड़ाई या मुटाई न हो । वह उपेक्षणीय या
 नगण्य दिख सकती है पर वे ही नहीं, यह नहीं कह सकते । धरातलकी भी
 यही बात है । भले ही हमारा दिमाग सिर्फ लंबाई चौड़ाईको ही ध्यानमे
 लावे, किन्तु सिर्फ उन्हीं दो परिमाणोंवाली किसी चीजको तो प्रकृतिने नहीं
 बनाया है । सरल रेखा कागजपर खिंची देखकर हम समझ लेते हैं कि इसकी
 सरलता विलकुल स्वाभाविक बात है । सरल-से-सरल रेखाको भी यदि
 अधिक बारीक पैमानोंमें जाँचा जाये, तो वह पूरी सरल नहीं उतन सकती

और यदि उस सरल-रेखाको हाथ दो हाथसे फलांग और सौ दो सौ मील तक बढ़ाया जाए, तो चाहे चींटीके देखनेमें फुटवालकी लकीर सरलरेखा भले ही हो, किन्तु पृथिवी जैसी गोल चीजपर खींची रेखा सरल नहीं हो सकती। हमारी खींची सभी रेखाएँ पृथिवीपर खिंची-बड़ी रेखाओंके अंशमात्र हैं। दो बिन्दुओंके बीच एक ही 'सरल रेखा' खींची जा सकती है, यह कैसे? सरल रेखाओंसे बने धरातलकी समतलता भी श्रद्धामात्र है, छोटा तालाब समतल मालूम होता है; तीन तरफ स्थलसे घिरी खाड़ीका जल भी समतल मालूम हो सकता है; किन्तु उसकी चौथी तरफ देखने या खुले समुद्रपर नजर डालनेसे मालूम होगा कि वह समतल नहीं, गोलतल है। जब सरल रेखाएँ भी वृत्तके छोटे अंश हैं, तो "दो समानान्तर रेखाएँ आपनमें कहीं नहीं मिलती", यह भी कल्पनामात्र है। त्रिभुजके तीनों कोण दो समकोणके बराबर होते हैं, यह बात भी ठीक नहीं है। त्रिभुज यदि धनुषकार चापोंसे बना है और सभी रेखाएँ पृथिवी-मेखलाकी अंश ह, तो वे दो समकोणसे कम और अधिक भी हो सकते हैं।

(ख) नाप—नापका भी यही हाल है। जिस लंबाई, चौड़ाई, मुटाईके द्वारा हम बिन्दु, रेखा, धरातल आदि की व्याख्या करते हैं, उन्हें हम उनकी वास्तविक सापेक्ष स्थितिमें न लेकर एक आदर्श-मानके रूपमें लेते हैं। लंबाई नापनेके लिए कोई स्थिर आदर्श मानदंड नहीं मिल सकता। ठोस-से-ठोस धातुका ठीकसे नापा हुआ मानदंड—लोहे या पीतलका तार या छड़—भी एक दिशासे दूसरी दिशामें घुमाने मात्रसे अपनी लंबाईका करोड़ हिस्सा घट या बढ़ जाता है। एक ही जमीनकी भिन्न-भिन्न समयमें, या भिन्न-भिन्न आदमियों द्वाराकी गई जितनी नापियाँ होती हैं, वे सूक्ष्मतामें जानेपर एकसी नहीं उत्तरतीं। शीशे या प्लाटिनमकी खूब सावधानीसे निशान लगाई हुई जरीबसे नापा जाये, तो भी नापियोंमें कुछ-न-कुछ अन्तर रहता है। फिर दिशा बदलने से लंबाईका फर्क होता है, यह अभी कह चुके हैं। साथ ही तापमानके परिवर्तनसे धातुओंका फैलना-सिकुड़ना लाजमी है। और समयान्तरमें भीतरी परमाणुओंकी स्थितिमें जो लगातार अन्तर पड़ रहा है, वह भी मानमें अन्तर

डालता है। खुद नापी जानेवाली जमीनके बारेमें तो यह बात और भी सच है, क्योंकि वह प्लाटिनमकी-सी दृढ़ता नहीं रखती। और नापनेवाला तो यदि अपने औजारोंकी बातको न माने, तो "मुंडे-मुंडे मतिभिन्ना"—कहावतके अनुसार हर एक नापनेवाला अपना-अपना अलग ही परिणाम बतलाएगा। किसी नापी (=माप)को सच्चा मानते वक्त हम उसे परमार्थकी कसौटीपर नहीं कसने लगते, क्योंकि वह कसौटी मनुष्यकी कल्पनाके सिवा और कहीं हैं ही नहीं। न हम नापीके परिणामको विल्कुल भ्रूठ कहकर उसे व्यवहारसे बहिष्कृत कर देते हैं। हमारा सच्चा मान वह है, जो कि भिन्न-भिन्न नापियोंका माध्यम (औसत) है। सावधानीके साथ जितनी अधिक नापियाँ की जायेंगी, माध्यम उतना ही ठीक होगा। और जो नापी इस माध्यमके समीप होगी, वही सत्य होगी।

इन बातोंसे यह तो पता लग गया, कि तार्किकोंने वास्तविकताकी अच्छी तरह छान-बीन किए बिना जो सिर्फ तर्कसे कुछ बातोंको 'स्वयंसिद्ध' कह डाला है, वह उन्हींके शब्दोंमें मान लेने लायक नहीं है। हमारी उक्त परिभाषाएँ ठीक हो सकती हैं, यदि उन्हें परमार्थ-सत्य मनवानेकी जगह हम सापेक्ष सत्य कहें। अधिक वक्रकी अपेक्षा कोई रेखा सरल हो सकती है, अधिक मोटे विन्दुओं या अत्यन्त क्षुद्र रेखाओंकी अपेक्षा किसी विन्दुकी लंबाई-चौड़ाईको हम नगण्य समझ सकते हैं। हमारे सभी नाप-ताँल सापेक्ष हैं, परमार्थ मनकी कल्पना मात्र है। परमार्थको प्राकृतिक वस्तुओं और नियमोंपर जब हम लादनेकी कोशिश करते हैं, तो यही नहीं कि हम वस्तु-सत्य—'ठोस' जगत्—को छोड़ आकाशमें उड़ने लगते हैं; बल्कि उल्टी धारणाओंके शिकार होते हैं।

लेकिन, वस्तुओं और उनके गुणोंकी सापेक्षताका मतलब यह नहीं है कि हम उनकी सत्तासे इन्कार कर दें। सापेक्षता परमार्थ-नामधारी किसी भी पदार्थको सिद्ध नहीं होने देती; किन्तु सापेक्षता द्वारा सत्तासे इन्कार करवाना तो उसकी सीमासे बाहर जाना है। सापेक्षता आखिर माननी क्यों पड़ती है? इसीलिए तो कि वस्तु-सत्ता हमें वैसा माननेके लिए मज-

दूर करती हैं। फिर धर्मकीतिके शब्दोंमें, “यदि वस्तुओंको यही पसन्द है, तो हम कौन हैं” ?^१ वस्तुसे दूर परमार्थ-सत्य ढूँढनेके फेरमें हम क्यों मरते हैं ?

अब मूल विषयपर आइए।

(१) ईथर

उन्नीसवीं सदीके वैज्ञानिकोंके सामने बड़ा प्रश्न यह था : सूर्य, ग्रहों, ताराओंके बीच जो इतनी खाली जगह है, उसमें किरणें कैसे एक जगहसे दूसरी जगह जाती हैं ? हमारी पृथ्वी-जैसे बहुत कम आकाशीय पिंड हैं जिनके पास अपना वायुमंडल है, और जहाँ वह है भी, वहाँ कुछ सौ मीलोका है, जिससे प्रकाशकिरणोंके फैलनेकी समस्या हल नहीं होती। प्रकाश भी कोई भारहीन चीज नहीं है। एक वर्गमील क्षेत्र पर प्रति-मिनट आधी छटांक (ढाई तोला या एक औंस) सूर्यकी किरणें गिरती हैं, और इस भारका वहाँ दबाव भी पड़ता है। पिछली सदीमें प्रकाशको कणोंसे बना माना जाता था। आज उसे कण-तरंग दोनोंके गुणोंसे युक्त माना जाता है। इन तरंगोंकी भिन्न-भिन्न लम्बाइयाँ और दोलन हैं, यह हम आगे बतलाएँगे प्रकाशकिरणें तीन लाख किलोमीटर (१८६ हजार मील) प्रतिसेकेंडके वेगसे चलती हैं। इस प्रकार आकार-भार-दबाव रखनेवाली किरणोंके एक तारेसे दूसरे तारे या ग्रह तक पहुँचनेके लिए—प्रौर आकाशीय पिंडोंके तैरनेके लिए भी—एक माध्यमकी अनिवार्य जरूरत थी। इसके लिए ईथरकी कल्पना की गई। ईथर तारों, ग्रहों और दूसरे आकाशीय पिंडोंकी खाली जगहोंमें ही भरा नहीं है, बल्कि अत्यन्त सूक्ष्म परमाणुके भीतर जो अधिकांश खाली जगह है, वहाँ भी वह व्याप्त है। वह एक अभौतिक नहीं, भौतिक पदार्थ है—उसमें खास परिमाणकी लचक और घनता है। हाँ, इस लचक और घनताका परिमाण जो बतलाया जाता

^१ यदीदं स्वयमर्थानां रोचते तत्र के वयम् ।—प्रमाणवार्तिक २।२०६

था, वह सन्देहजनक जरूर था, यद्यपि उस वक्त दूसरी समस्याओंके कारण उसकी ओर विद्वानोंका ध्यान नहीं जा सका था ।

एक नाव नदीके इस पार आती है, उसे खूँटेसे बांध दिया जाता है । पतवार माँगेपर इस तरह डाल दिया जाता है कि उसकी थापी नावसे बाहर निकली रहती है । उससे जलकी बूँदें टपक रही हैं । हर एक बूँद गिरकर पानीमें एक वृत्त बनाती हैं, जिसकी परिधि आकारमें बढ़ती हुई पानीपर अग्रसर होती है । जैसे-जैसे एक बूँदके बाद दूसरी बूँद टपकती है, वैसे ही एकके बाद दूसरे वृत्त बनते हैं, और ये बढ़ते हुए भी पहिले वृत्तसे छोटे तथा एक ही केन्द्रबिन्दुवाले—समकेन्द्रक होते हैं । यद्यपि इन वृत्तोंके व्यास लगातार बढ़ रहे हैं, तो भी उनके व्यासोंकी एक दूसरेके साथ कमी-वेशी एक-सी रहती है, क्योंकि उनके अग्रसर होनेकी एक-सी गति है । अब नाव खोली जाती है, पतवारको वैसे ही पड़ा छोड़कर मल्लाह उसे लगीसे चलाता है । बूँदें अब भी गिर रही हैं, किन्तु एक जगह नहीं, इसलिए वृत्त एक-केन्द्रवाले नहीं हैं, और उलझाए छल्लोंकी भाँति आगे बढ़ रहे हैं । वैज्ञानिक कह रहे थे कि पतवारकी स्थिति गिरी हुई बूँदोंके वृत्तोंकी गतिपर जिस तरह कोई प्रभाव नहीं रखती, उसी तरह प्रकाशका उद्गम—आकाशीय पिंड (सूर्य) प्रकाशकी गतिपर कोई प्रभाव नहीं डालता । हर छूटनेवाली प्रकाशकिरण उसी १,८६,००० मील प्रति-सेकेंडकी चालसे चलती रहेगी । फिर सवाल था, बूँदके वृत्तोंकी चालको जिस प्रकार जल अपनी घनताके कारण रुकावट डालकर कम करता जाता है, क्या उसी तरह ईथर प्रकाश-किरणोंकी गतिमें फर्क नहीं डालेगा ? लेकिन ब्रेध बतलाता था कि प्रकाश-गति दूर या नजदीक सभी दिशाओंमें समान अर्थात् १८६ हजार मील प्रति सेकेंड रहती है, यह नहीं होता कि कुछ लाख मीलोंकी दूरीसे आनेवाला प्रकाश ज्यादा द्रुतगामी हो और करोड़ों, अरबों, खरबों, नीलों प्रकाश-वर्षोंसे आनेवाला मन्दगामी । यह क्यों ? इसका उत्तर वे सिर्फ यह दे सकते थे कि ईथरकी घनता इतनी कम है कि प्रकाश-गतिपर उसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता, वह

उसके लिए शून्य-सी है, और उसमें तैरनेवाले आकाशीय पिंडोंकी गति उसकी विद्यमानतासे नहीं घटती-बढ़ती। ईथर भौतिक वस्तु भी हो और उसमें घनता और तरंग-प्रवाहिता भी हो, किन्तु वह किरणों और आकाशीय पिंडोंकी गतिपर असर न डाले, यह बात युक्तिसंगत न थी। तो भी वैज्ञानिक 'माध्यम' के ढूँढ़नेमें इतने परेशान थे कि वह ईथरको छोड़ नहीं सकते थे। जहाँ-जहाँ माध्यमकी दिक्कतें आईं वहाँ-वहाँ उन्होंने खास गुणोंवाले ईथरोंकी कल्पना की। यहाँ तक कि शरीरके एक भागकी सूचना दूसरे भाग तक कैसे पहुँचती है, इसके लिए भी उन्होंने एक खास ईथरकी कल्पना की। संक्षेपमें, समस्याओंकी वृद्धिके साथ समाधान करनेवाले ईथरोंकी संख्या भी नैकड़ोंपर पहुँच गई। इतनेपर भी ईथर उन्नीसवीं सदीके साइंसकी स्रवसे बड़ी देन समझा जाता रहा।

(२) गुरुत्वाकर्षण

न्यूटनका गुरुत्वाकर्षण भी जहाँ सेवके जमीनपर गिरनेका कारण था, वहाँ ज्वार-भाटेकी गति, पृथिवीकी वर्तमान आकृति, चन्द्रमाकी पृथिवीके गिर्द परिक्रमा, पृथिवी, बृहस्पति ग्रहोंका सूर्यके गिर्द घूमना—आदि बहुत-से प्रश्नोंका एक ही हल समझा गया। गुरुत्वाकर्षण प्रकाश, विजली, और चुम्बककी भाँति एक भौतिक वस्तु माना गया था। लेकिन जहाँ प्रकाश आदि-के एक जगहसे दूसरी जगह पहुँचनेमें देर लगती है, तेज होनेपर भी उनकी एक परिमित गति है, वहाँ गुरुत्वाकर्षणको एक जगहसे दूसरी जगह जानेमें कोई समय नहीं लगता, हालाँकि पिंडके साथ संबद्ध होने तथा उसकी गतिके साथ गति करनेके कारण ऐसी वस्तुकी कोई सीमित गति होनी ही चाहिए जो सर्वव्यापक नहीं है। गुरुत्वाकर्षणको यदि सर्वव्यापक माना जाए तो उसके लिए खास पिंड कोई विशेषता नहीं रखता, और फिर उसकी स्वतंत्र सत्ता माननी ही पड़ेगी। विजली, चुम्बक और एक्स-रे को भी आड़ देकर किसी जगह पहुँचनेसे रोका जा सकता है, किन्तु गुरुत्वाकर्षणको रोकनेवाली कोई आड़ नहीं, यह भी माना जाता था।

(३) काल

परिवर्तनमें काल इस तरह मिश्रित है कि उसे परिवर्तनसे अलग नहीं किया जा सकता। लंबाईमें एक जगहसे दूसरी जगहके परिवर्तनको हम काल (मिनट-घंटे)में बतलाते हैं। और कालमें परिवर्तनके लिए लंबाईकी सहायता लेते हैं, अर्थात् इतना काल जिसमें काँटेने घड़ीके डायल-पर बारहसे चार बजेकी दूरीको तै किया। कालपर विचार करते वक्त हमारा ध्यान उसे एक स्वतंत्र सत्ता माननेकी ओर इतना उतावला रहता है, कि हम इसपर जरा भी ध्यान नहीं देते कि देश और काल परिवर्तनको नहीं लाते, बल्कि परिवर्तन उनका जन्मदाता है। कालकी सत्ता सिद्ध करनेके लिए पृथिवीका घूमना हमारा मानदंड है। उस वक्त हम यह ख्याल नहीं करते कि सूर्य भी घूम रहा है, तारे भी घूम रहे हैं, आकाशगंगा भी घूम रही है, विश्व भी घूम रहा है; फिर ऐसी स्थितिमें किसी एक चीजके घूमनेका परिणाम सापेक्ष ही मिल सकता है, परमार्थ घूमना मालूम करना असंभव है। ऐसे घूमनेसे परमार्थ कालकी कल्पना कभी युक्ति-संगत नहीं हो सकती। १९०५ ई०से पहिले न्यूटन-परिचालित जो काल साइंस जगतमें माना जाता था वह सापेक्ष नहीं परमार्थ काल था, उसकी सत्ता किसीपर निर्भर नहीं थी, वह एक स्वतंत्र द्रव्य था। और ऐसे दार्शनिक तो अब भी मिलेंगे, जो कालको मन-द्वारा अनुभूत एक स्वतंत्र वस्तु सिद्ध करना चाहते हैं, यद्यपि हम जानते हैं कि यह अनुभव सबका एकसा नहीं है। मस्तिष्क जिसका जितनी ही तेजीसे काम कर रहा होता है, उतना ही उसे काल ज्यादा बीता मालूम होता है—बुखारमें आदमीको घड़ी भरका समय युग-युग जैसा जान पड़ता है।

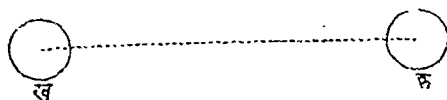
(४) देश

वस्तुएँ कालकी तरह देश (या दिशाओं)में भी रहती हैं। गतिको

परमार्थ माननेपर देशको भी परमार्थ मानना जरूरी था । किन्तु वस्तुतः विश्वमें गति सापेक्ष है । साठ और बीस मीलकी चालसे दो मोटरें जा रही हैं । सड़कको बिना देखे जैसे कहा जाता है कि वह एक दूसरेको चालीस मील प्रतिघंटेके हिसाबसे पीछे छोड़ रही है, वैसे ही सभी आकाशीय पिंड और उनके कारण उनपरकी वस्तुओंको भी सापेक्ष-गति मानी जा सकती है ।

सापेक्षतावादसे पहले ईथर, गुरुत्वाकर्षण, काल, देशके बारेमें जित्त तरह धारणा चली आई थी, वह आंशिक या पूर्ण रूपसे स्थिर जगत्के लिए भले ही उपयुक्त होती, किन्तु जब सारा जगत्—विश्व-अंड (ब्रह्मांड)से लेकर न्यूट्रन और एलेक्ट्रन तक—भीषण-वेगसे चक्कर काट रहा है, उस वक्त इन परमार्योंको रखनेपर गुत्थियाँ सुलझनेकी जगह अधिक उलझती ही जा रही थीं, इनको सुलझाना और पहलेकी धारणाओंको हटाना सापेक्षतावादका ही काम है ।

आइन्स्टाइनने अपनी सीमित-सापेक्षतामें बतलाया है कि काल और देशकी जो धारणा अभी तक बनी है, उसमें उसी तरह एक बार जबदस्त परिवर्तनकी जरूरत है, जैसा कि गैलिलियो और न्यूट्रनकी कृतियोंने दो-तीन सदियों पूर्व किया था । सापेक्षतावाद कालसे इन्कार नहीं करता, यदि ऐसा करता, तो घटनाओंके पीछेके क्रमको उलटने या एक समयमें रख सकनेका दावा करना पड़ता । वह इन्कार करता है कालकी परमार्थ-सत्तासे । मान लीजिए, एक दूसरेसे लाखों प्रकाश-वर्षकी दूरीपर दो चक्कर-



चित्र २०

दार नीहारिकाओं (क, ख)में विस्फोट हुए और वहाँ दो नये तारे उत्पन्न हुए । इन नीहारिकाओंमें उपस्थित दर्शकोंके लिए अपने यहाँकी घटना तुरंत हुई मालूम होगी, किन्तु दोनोंके बीच लाखों प्रकाश-वर्षकी दूरी होनेसे क का दर्शक ख की घटनाको एक लाख वर्ष बाद घटित हुई कहेगा, जब कि दूसरा

दर्शक अपनी घटनाको तुरन्त और क की घटनाको एक लाख वर्ष बाद घटित होनेवाली बतलाएगा। इस प्रकार विस्फोटका परमार्थ-काल नहीं, सापेक्ष-काल ही बतलाया जा सकता है। सापेक्षताका कहना है कि ऐसे भूगड़के निपटारा किसी परमार्थ सत्यको, दिखलाकर नहीं किया जा सकता, क्योंकि घटनाके बाहक प्रकाशसे अधिक द्रुतगामी दूत हमें कोई नहीं मिल सकता; और प्रकाश हमें सापेक्ष-कालकी ही सूचना देता है। परमार्थको न पानेसे व्यवहारमें कोई क्षति नहीं, क्योंकि व्यवहार सापेक्ष-घटनाको ही अपने लिए पर्याप्त समझता है। वस्तुतः सापेक्षतावादका एक बड़ा उद्देश्य यह भी है कि 'वाद' (=सिद्धान्त)को प्रयोग या व्यवहारके साथ मिलाया जाए। भारत और अमेरिकामें रहनेवाले दर्शक रेखागणितके अचल देश और न्यूटन तथा हमारे कितने ही दार्शनिकोंके परमार्थ-कालमें देखनेपर किसी घटनाके एक समय (एक क्षण)में होनेके बारेमें एकमत नहीं हो सकते। दोनोंमें किसीके पक्षमें निर्णय नहीं दिया जा सकता, क्योंकि निर्णयके लिए परमार्थ स्थिरता (निश्चल मान) विश्वमें न है, न सिद्ध की जा सकती है। एक-कालीनता और स्थिरता दोनों ही परमार्थ रूपमें लेनेपर सिद्ध होनेवाली वस्तुएँ नहीं हैं। वे दर्शन, अध्यात्मशास्त्रकी कोरी दलील-वाजी या आत्मवंचनाका विषय भले ही हो सकती हैं, किन्तु साइंसीय गवेषणाका उनसे कोई संबंध नहीं। कारण, प्राकृतिक वस्तुओंके परे, मनकी कल्पना-द्वारा निर्मित, देश-कालकी ऐसी सत्ताका कोई सुबूत नहीं मिलता, जिसकी कि अपने भीतर घटनेवाली घटनाओंके अतिरिक्त भी अपनी विशेषता हो।

यहाँ देश-कालकी सापेक्ष-सत्तासे इन्कार नहीं है, जैसा कि आइन्स्टाइनके सिद्धान्तके प्रकाशित होनेसे एक या दो वर्ष पहिले लेनिन्ने लिखा था—“देश और कालके संबंधमें मनुष्यके विचार सापेक्ष हैं, किन्तु सापेक्ष विचारोंके आधारपर हम परम सत्य तक पहुँच सकते हैं। उनके संबंधके ये सापेक्ष विचार उनके विकासमें परम सत्यकी दिशाकी ओर अग्रसर हो रहे हैं, और लगातार उसके अधिक नजदीक होते जा रहे हैं। देश-काल

संबंधी मानव-विचार बदल रहे हैं, इससे उनकी सत्ताका प्रतिषेध उसी तरह नहीं होता, जिस तरह कि गति-शील भौतिक तत्त्वोंके ढाँचे और आकार संबंधी साइंसवेत्ता ज्ञानमें परिवर्तन होनेसे बाह्य जगत्के वस्तु-सत्य होनेका प्रतिषेध नहीं होगा । " परम या परमार्थ-सत्य धर्मकीर्तिके शब्दोंमें वह है जो 'अर्थ-क्रियामें समर्थ है'—'अर्थ-क्रिया-समर्थ यत् तदत्र परमार्थसत्' (प्रमाणवार्तिक, ३।३) ।

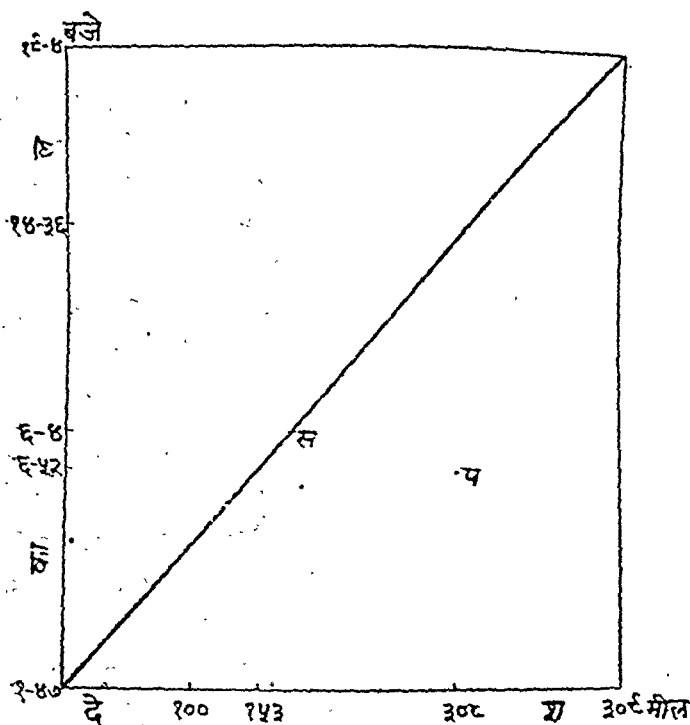
पहलेके साइंसवेत्ता ताराओंको स्थिर नमझकर देश (दिशा)की सत्ताको परमार्थरूपेण ले सकते थे । ताराओंके ढाँचेमें पृथिवीके कक्षा-भ्रमणका अपना एक खास देश बतलाया जाता है : किन्तु हम जानते हैं कि ऐसा कोई खास निश्चित देश नहीं है । ताराओंका वह "स्थिर ढाँचा" खुद घूम रहा है । हम और हर्कुल तारा-मंडल एक-दूसरेकी ओर बढ़ी तेजीसे दौड़ रहे हैं, यह बात वेधसे सिद्ध है, लेकिन 'परमार्थ'-देशकी अपेक्षासे किसी आकाशीय पिंडका वेध कभी नहीं मिला । ऐसी कोई नापी हुई गति मौजूद नहीं, जिसे हम मोटे तौर पर भी कह सकें कि वह देशमें पृथिवीकी परमार्थ-गति है । सापेक्षता बतलाती है कि कोई वस्तु या घटना जो वेधसे सिद्ध नहीं है, वह है ही नहीं । वाद या सिद्धान्तसे प्रयोगको अधिक प्रमाणिक मानना सापेक्षताकी एक खास विशेषता है । 'परमार्थ'-देश या 'परमार्थ'-एक-कालीनता—जिनको वेध-द्वारा, प्रयोग-द्वारा सिद्ध नहीं किया जा सकता—निर्णय श्रद्धावश ही मानी जा सकती हैं ।

उन्नीसवीं सदीके भौतिकशास्त्री जिस ईश्वर को अपनी सारी समस्याओंका हल समझते थे, वह यही 'परमार्थ'-देश (दिशा या आकाश) था, जो कि किसी भी प्रयोगसे सिद्ध नहीं होता था; न करोड़ों वर्षोंकी यात्रा करके आनेवाली द्रुतगामिनी प्रकाश-किरणोंपर उसका कोई प्रभाव था, और न उसमें तैरते कहे जानेवाले आकाशीय पिंड हजारों मील प्रतिघंटेकी चालसे चलते हुए भी उससे प्रभावित होते थे । आगे मालूम होगा कि स्थूल-सूक्ष्म सारा जगत् विद्युत्-चुम्बकीय तत्त्व है । वह चाहे ग्रह या ताराके रूपमें हो, चाहे प्रकाश-किरणके रूपमें, उसका अपना सापेक्ष-आकाश है । वह

आकाश उस तत्त्वसे अलग नहीं है बल्कि उसका अभिन्न अंग है। भौतिक तत्त्वोंके संकोच-विकाससे उसकी सत्ताका पता लगता है।

(५) देश-काल एक'

सापेक्षताने देश-कालकी परमार्थ-सत्ताको अस्वीकार किया, क्योंकि वह वेधसे अप्रमाणित एक काल्पनिक वस्तु थी। किन्तु साथ ही उसने देश-कालको प्रकृति (= भौतिकतत्त्व) का एक अभिन्न धर्म मान लिया और बतलाया कि देश और कालके बिना भौतिक पदार्थकी कल्पना ही नहीं हो



चित्र २१

सकती । भौतिक पदार्थोंके लंबाई-चौड़ाई-मुटाई ये तीन देशीय परिमाण माने जाते थे, सापेक्षताने उन्हें चौथा परिमाण कालका दिया । इस प्रकार प्रकृति अपने रूपमें चार परिमाण सदा रखती है । गतिमान् वस्तुके लिए ये चार परिमाण अनिवार्य हैं । इसको समझनेकेलिए एक उदाहरण लें:— पंजाब-एक्सप्रेस १-४७ वजे बनारस छावनी छोड़ता है, और ४३६ मीलकी यात्रा करके १६-४ वजे हावड़ा पहुँचता है । हम (चित्र २१में) आड़ी-खड़ी रेखाओंसे देश-कालके परिमाण प्रकट कर सकते हैं । आड़ी रेखा बनारस-हावड़ाके ४३६ मील-व्यापी अंतरको सूचित करेगी और उसके सिरेपर खड़ी हुई लंब-रूप रेखा १-४७से लेकर १६-४ वजे तक वक्तके फासलेको । इनके बीच कर्णके रूपमें एक और रेखाके द्वारा हम रेल-गाड़ीकी यात्राकी कल्पना कर सकते हैं । इस रेखापर 'स' वह स्थान होगा जहाँ ट्रेन ८-४ वजे पहुँचती है और जो १८१वें मीलके ऊपर है । आसनसोल ३०८वें मील पर है । उसके नजदीक कोई 'प' स्थान भी हो सकता है, मगर उसे हम कर्णपर जगह नहीं दे सकते, क्योंकि उसके अनुसार ६-५२ वजे गाड़ी आसनसोल नहीं पहुँचती । हमारा यह चित्र बनारस-हावड़ाके मध्यवर्ती समस्त स्थानों और गुजरनेवाले सारे वक्तको प्रकट करेगा । जिस तरह हम देश और कालके परिमाणोंको अंकित कर सकते हैं, उसी तरह अपने मनमें तीन देशीय और एक कालिक परिमाणको मिश्रित करके एक चित्र बना सकते हैं । सापेक्षतावादके व्याख्याकार मिन्कोव्स्कीका कहना है कि सभी विद्युत-चुम्बकीय घटनाएँ (एलेक्ट्रन प्रकाश-किरणोंका प्रसार) इन्हीं चार परिमाणवाले विस्तर में हो रही हैं । वहाँ देश और काल इतने मिश्रित हैं कि उन्हें अलग नहीं किया जा सकता, जैसे ऊपर दिए रेल-यात्राके दो परिमाणोंको अलग करके नहीं देखा जा सकता । इस तरह यह विस्तर ऐसा है जिसमें देश-काल एक-दूसरेसे इतने मिल गए हैं, इतने पूर्णतया-एक हो गए हैं कि प्रकृति उन्हें एक अभिन्न

चीज समझती है। एक-दो आदि संख्याकी सत्ता भी एक-दो आमके फलोंसे अलग प्रकृतिके यहाँ नहीं है, यद्यपि हम इसी संख्याको अलग कल्पित कर अपना गणित बनाते हैं। किन्तु साथ ही हमारे गणितकी कोई प्रमाणिकता नहीं, यदि वह पग-पगपर प्रकृतिसे मेल न खाए। और जब हम मेल बैठाने जाते हैं, तो फिर प्रकृति उसी—आमोंमें मिश्रित—एक-दो आदिके अभिन्न रूपमें उन्हें दिखलाती है।

(६) वक्रता

सापेक्ष देश-कालको अभी हमने अभिन्न देश-काल-विस्तारके रूपमें बतलाया। यह सारा विस्तर भौतिक विश्वसे पृथक् नहीं किया जा सकता। देश-काल भौतिक विश्वसे परे हो नहीं सकते, क्योंकि भौतिक विश्व ही उनके व्यवहारका कारण है। यह विस्तर चार परिमाणोंवाले—विश्वके गतिशील होनेसे उसके चौथे परिमाण 'काल'को सदा ध्यानमें रखना होगा—गोल पिंड-जैसा है। उसकी सीमाएँ नहीं हैं, किन्तु वह सान्त है, अनन्त नहीं। यदि हमारी गति उत्तनी तेज हो, तो भूगोलकी भाँति उसके पृष्ठपर भी चलकर हम उसी स्थानपर लौट आवेंगे। इस गोलकी रेखा-गणित यूक्लिडकी रेखा-गणित नहीं है। इस रेखा-गणितको जर्मन गणितज्ञ रेमनने बनाया है। इस देश-काल-विस्तरके चार परिमाण वाले 'गोल'में जो वक्रता^१ है, वह भौतिक तत्त्वोंके पड़ोसमें अधिकाधिक दिखलाई पड़ती है। विश्वमें सीधी रेखाका पता नहीं है, यह हम कह आए हैं। आदतवश ही हम वृत्तके क्षुद्र अंशको सरल-रेखा मानते हैं, और जब आकाशीय पिंडोंको सरल-रेखासे न जाते देख उन्हें वृत्तके चापपर मुड़ते देखते हैं, तो उस मुड़नेको गुरुत्वाकर्षणका नाम दे देते हैं। पृथिवी, चन्द्रमा, ग्रह, केतु, सूर्य सभी इसी स्वाभाविक वक्रता (गोलाई)के कारण वक्र (गोल)-पथपर चल रहे हैं। उसी पथको हम आसानीके लिए नक्षत्र-जगत्में निश्चित स्थान

^१Curvature.

और निश्चित आकार—वृत्त, दीर्घवृत्त—कहने लगते हैं। किन्तु विश्वके भीतर जैसी गति अभी हम बतला चुके हैं, उससे ऐसी निश्चित आकृति सिद्ध नहीं हो सकती। फुटबाल जमीनपर गिरता है, उसका कारण भी वही वक्रता है। विश्वके कोने-कोनेमें, हर गतिमें वह वक्रता मौजूद है। प्रकाश-किरणों भी इसी वक्रतामें चलती हैं। यदि किरणों या आकाशीय पिंडों को किसी माध्यमकी आवश्यकता हो, तो यह चार परिमाणों वाला वक्र विस्तर मौजूद ही है, जिसकी सत्ता गतिके वेधसे सिद्ध है। उसके अतिरिक्त किसी ईथर-जैसे माध्यमकी कोई आवश्यकता नहीं। जिसकी सत्ता वेध-सिद्ध नहीं है, और जो समस्याओंको सुलभानेकी जगह दुरूह और नई समस्याएँ पैदा करता जाता है, उसको मानना व्यर्थ है।

आइन्स्टाइनने इस वक्रताको सिद्ध करनेके लिए तीन कसौटियाँ बतलाई हैं—

(१) ग्रहोंकी कक्षाएँ उस तरहकी दीर्घ-वर्तुलाकार (अंडाकार) नहीं हैं, जैसी कि उन्हें हम अबतक समझते आए हैं; बल्कि उस वक्रताके कारण वे कुछ भेद रखती हैं जिसे हम गणितसे जान सकते हैं। शुक्रकी कक्षा, ज्ञात कारणोंसे जिस प्रकारकी होनी चाहिए वैसी नहीं है, उसमें फर्क पाया जाता है, और सापेक्षतासे पहले उस फर्कका कोई समाधान नहीं मिला था। सापेक्षताने उसका समाधानकर अपनेको प्रमाणित किया।

(२) प्रकाश-किरणें सूर्य जैसे विशाल पिंडके पाससे गुजरती हैं। पृथिवीसे देखते हुए जो पथ हमें सीधा मालूम होता है, उससे वे हटकर चलती हैं—कितनी हटकर चलती हैं इसे भी आइन्स्टाइनने गणना करके बतलाया है। सूर्यके पिछले दो पूर्ण-ग्रहणोंके वेधसे इस बातकी पुष्टि पूरी तौरसे हो चुकी है।

(३) ताराओंके रश्मिवर्णोंमें पाई जानेवाली रेखाएँ सातों रंगोंमें जिधर लाल छोर है, उधर हठी हुई दिखलाई पड़ती हैं। यह घटना

गतिके कारण होनेवाले हटनेसे अलग है। इसकी मात्राको भी गणितसे बतलाया जा सकता है, यदि उक्त ताराओंकी 'पिंड-मात्रा' और दूरी ठीक-ठीक मालूम हो। यह परीक्षा ज्यादा कठिन साबित हुई तो भी जो परिणाम निकला है वह संतोषजनक है।

(७) वेग

उदयन (१८४ ई०)ने वेग^३को समझते हुए कहा है—“वेगसे रुकावट होनेके कारण बाहर फेंके हुए तीर आदि (नीचे) नहीं गिरते”^४ आजकलके साइंसवेत्ता पिंडके उस गुण (= धर्म)को वेग कहते हैं, जिसके कारण उसकी गतिकी अवस्थाको बदलनेके लिए शक्तिकी जरूरत पड़ती है, चाहे वह बदलना सिर्फ गतिको घटाने-बढ़ानेके लिए हो अथवा दिशा पलटनेके लिए। हम मोटर या दूसरी तेज सवारीपर जाते वक्त अनुभव करते हैं कि कोई 'शक्ति' हमें मजबूर कर रही है, एक खास आसनसे— हाथ-पैर, सिर-शरीरको खास स्थितिमें करके—रहनेके लिए। वस्तुतः वहाँ कोई ऐसी शक्ति है नहीं। हर एक चलनेवाली वस्तुका अपना अलग आकाश (देश) होता है, जो उसके आकारके अनुसार होता है। रेलगाड़ीमें वह 'आकाश' बड़ा होता है, मोटरपर छोटा, साइकिलपर और छोटा। बाहरके हमारे परिचित आकाशसे यह आकाश अलग होता है, इसका हमें तब पता लगता है, जब ट्रेनके भीतरी आकाशकी शरीरस्थितिके साथ हम बाहरवाले आकाशमें जानेकी कोशिश करते हैं और गिरकर हाथ-पैर तोड़ लेते हैं। चलते हुए पिंडकी अपने लिए एक खास 'आकाश' बनानेकी इसी प्रवृत्तिको वेग कहते हैं। वेग और गुरुत्वाकर्षणमें बहुत समानता है। दोनों अपना 'आकाश' बनानेमें एक-से हैं। जो भी पिंड गति कर सकते हैं, उन्हें उसी 'आकाश'में गति करना होता है, और उसीकी

^३ mass. ^४ inertia. ^५ “वेगेन प्रतिबन्धादपतनं वहिःक्षिप्तस्य

मात्रामें ही द्रुतगामिताको स्वीकार करना पड़ता है । यह इसीसे स्पष्ट है कि सड़कके किसी स्थानको पहिया जिस चालसे छोड़कर आगे बढ़ रहा है, सवार भी उसी चालसे उसे छोड़ रहा है ।

गुरुत्वाकर्षण और वेगमें इतनी समानता इसलिए है कि दोनों एक ही प्राकृतिक घटनाके दो रूप हैं । न गुरुत्वाकर्षण ही किसी शक्तिसे पैदा हुआ है और न वेग ही । परमार्थ आकाश (देश) प्रकृतिमें है ही नहीं, यह हम कह आए हैं । उसकी जगह सभी सापेक्ष स्थिति रखनेवाले पिंड अपना-अपना आकाश—सापेक्ष आकाश—रखते हैं । चलती हुई भिन्न-भिन्न मोटरोंका अलग-अलग आकाश है, यह हम यात्रा करते वक्त अनुभव करते हैं ।

पिंडोंकी गति 'आकाश' या वेगको पैदा करती है । पृथिवीपर २५-५० मील प्रतिघंटेकी चालसे चलनेवाली सवारियोंके वेगका हमें अनुभव है । आकाशीय पिंडोंके 'वेग'को जाननेके लिए हमें याद रखना चाहिए कि पृथिवी ६४ हजार मील प्रति घंटेकी चालसे अपनी कक्षापर भाग रही है । सूर्य प्रायः ६७ हजार मील और तारे १८ हजार मील और अधिककी चालसे सराटे मार रहे हैं । इनके पिंड कितने विशाल हैं इसे भी जरा ध्यानमें रखिए और फिर अन्दाजा लगाइए कि उनके वे पिंड और यह गति अपने-अपने लिए कितना बड़ा आकाश या वेग बनाएंगे । आइन्स्टाइनकी सापेक्षताके पहले इसी 'वेग'को हम गुरुत्वाकर्षणका नाम दे रहे थे; जिसे मानकर सौरपरिवार तक तो अब भी काम चलाया जा सकता है, किन्तु सारे विश्वका विचार करनेपर उसे वेग या चार परिमाण वाली वक्रता कहना ही ठीक होगा ।

भौतिक तत्त्वोंकी मात्राको पृथिवी, सूर्य आदिके पिंडोंके गुरुत्वाकर्षणके कारण बड़ा छोटा कहा जा रहा है । हम कह आए हैं कि चन्द्रमाकी पिंड-मात्रा पृथिवीका पचासवाँ हिस्सा है, इसलिए परमाणु-भार एक-सा रहने पर भी पृथिवीपर सौ सेरकी भारी चीज वहाँ दो सेरकी ही रह जाती है । इस भेदका कारण न्यूटनीय भौतिक शास्त्रमें पिंडका गुरुत्वाकर्षण कहलाएगा

किन्तु सापेक्षता पिंडके वेगको इसका प्रकृत कारण बतलाती है। गतिके कारण एक ही वस्तुकी मात्रा बढ़ जाती है, यह वांत प्रयोगसे सिद्ध है। इस प्रकार सापेक्षताने भूत-मात्राके 'परमार्थत्व' पर भी प्रहार किया।

१९०५ ई०से १९१५ ई० तक आइन्स्टाइनने सापेक्षताका प्रयोग सीमित क्षेत्रमें किया था, इसीलिए उसे 'सीमित-सापेक्षता' कहते हैं। १९१५ ई०के बाद उसका प्रयोग सीमित क्षेत्रसे बढ़ाकर साधारण क्षेत्र तक करके आइन्स्टाइनने बतलाया कि वेग विश्वव्यापी है और वही किसी स्थानमें गुस्त्वाकर्षणकी भाँति मालूम होता है; भूत-मात्रा कोई अचल मात्रा नहीं है, वेग उसे घटा-बढ़ा सकता है; घटनाओंकी एक-कालीनता सिद्ध नहीं की जा सकती—इत्यादि। इसे ही 'साधारण-सापेक्षता' कहते हैं।

द्वितीय अध्याय

परमाणुमय जगत्

पिंड, भौतिकतत्त्व, परमाणु, नाभिकण टूटनेसे उत्पन्न कण, न्युट्रॉन, कुछ परमाणु, परमाणुओंसे पदार्थ-रचना, कार्बनके योग।

विशाल विश्वको हम देख चुके, अब हमें सूक्ष्म विश्वकी ओर नजर दौड़ानी है। विश्वकी विशालताको नापनेके लिए हमें प्रकाश-वर्ष^१की जरूरत पड़ी, और उतनेपर भी उसे अच्छी तरह चित्तपर अंकित करना मुश्किल रहा; क्योंकि विशालताका ज्ञान भी तुलनासे होता है, और विश्वकी विशालताकी किसी प्रत्यक्ष पर्वत, रेगिस्तान, समुद्र जैसी वस्तुओंसे हम तुलना नहीं कर सकते। सूक्ष्मताको जतलानेके लिए यदि हम खसखस या सरसोके दानेके साथ रखकर बतलाते, तो हमारे लिए आसानी होती किन्तु दिक्कत यह है, कि विशालतामें सारे सौरपरिवारको पहाड़ या किसी बड़ेसे-बड़े गोलसे तुलना करना मुश्किल था; और यहाँ खसखस को तो प्रत्यक्ष देखा जा सकता है, किन्तु जिस परमाणुके लिए हम इसकी उपमा दे रहे हैं, अत्यन्त सूक्ष्म होनेके कारण वह परमाणु^२ आँखसे दिखाई नहीं पड़ता। तो भी यदि आँकड़ों और उपमाओंकी मददसे मनपर उसका चित्र खींचनेकी कोशिश करें, तो धीरे-धीरे उस तरह देखना आदतमें शामिल हो जावेगा। विशाल विश्वकी सैर करनेमें ही नहीं, उसके रहस्योंको खोलनेमें भी जैसे दूरबीन, स्पेक्ट्रास्कोप^३ (रश्मिवर्ण-दर्शक) और फोटोग्राफीने मदद दी; उसी तरह यहाँ परमाणुके और उसके भीतरी जगतको

^१ Lightyear.

^२ Atom.

^३ Spectroscope.

जाननेके लिए 'अणुवीक्षण', अणुफोटोग्राफी, साइक्लोट्रॉन हमारे सहायक हो रहे हैं।

§ १. पिंड

पिंड लम्बाई, चौड़ाई, मुटाई रखनेवाली तथा आँखोंसे दिखलाई देनेवाली वस्तुको कहते हैं। पिंड उन अणुओंके पुंज हैं जो कि स्वयं अनेक परमाणुओंसे मिलकर बने हैं। पिंड ठोस, तरल और वाष्प^१ (गेस)— इन तीन अवस्थाओंमें जाते हैं। स्थिरसे स्थिर पिंडके भीतर भी अणु चलते रहते हैं। उनकी यह गति पिंडकी गतिसे स्वतंत्र है। इसका उदाहरण विजलीसे तेज चल रही पंखियोंको जोड़कर बनी निश्चल आकृति, अथवा सरटिसे रोशनीके सामनेसे हटती सिनेमा-तस्वीरोंसे बने निश्चल प्राकृतिक दृश्यसे हम दे चुके हैं। साधारण तापमानमें भी यह अणु-गति जारी है, किन्तु तापमानके बढ़नेके साथ यह और बढ़ जाती है।

१. तरल, वाष्प

ठोस, तरल और वाष्पीय अवस्थाएँ वस्तुतः पिंडके भीतरी अणुओंकी गतिकी कमीवैशिकीके कारण हैं। प्रत्येक अणु जिन परमाणुओंसे बना है, वह एक दूसरेसे सटे नहीं हैं, उनके बीचमें काफी फासिला—खाली जगह— है। परमाणुके भीतर जो नाभिकण और एलेक्ट्रॉन हैं, वे एक दूसरेसे बहुत दूरपर होते हैं, यह आगे बतलायेंगे। यहाँ इतना ध्यान रखना काफ़ी है, कि यदि दो मनके छै फुटे आदमीके शरीरके परमाणुओं, एलेक्ट्रॉनोंको दबाकर एक दूसरेसे सटा दिया जाये, तो वह शरीर इतना छोटा हो जायगा कि उसे देखनेके लिए अणुवीक्षणकी जरूरत होगी। परमाणुओंके भीतर एलेक्ट्रॉन ऋणात्मक विजलीके कण हैं, और वह पास आनेवाले दूसरे कणको बाहरकी ओर ढकेलते रहते हैं। हवा-भरा फुटवालका

^१ Microscope.

^२ Gas.

गैद दवाये जानेसे नहीं दबता, ठोससा मालूम होता है। हवा-भरा मोटा टायर तो इतना कड़ा हो जाता है, कि उसे सैकड़ों मनका बोझ भी नहीं पिचका सकता। इसी तरह परमाणुके भीतरकी वह ऋणात्मक विजली उससे बनी चीजोंको फुलाकर रखती है। यह आन्तरिक विजली अणुओंको खास परिमाणमें दूर और नजदीक जाने देती है और उसीपर पिंडकी उक्त तीनों अवस्थाएँ निर्भर हैं। भीतरी विजलीकी शक्तिका घटना-बढ़ना पिंडके तापमानपर निर्भर है। उवालविन्दु (100° सेंटीग्रेड = 212° फार्नहाइट)से अधिकके तापमानमें अणुओंके धक्केके कारण जलके अणुओंकी गति इतनी तीव्र हो जाती है, कि वह पहिले एक दूसरेसे जितनी दूरी और जितनी सीमामें अपनी गति जारी रखते थे, उसमें गड़बड़ी पड़ जाती है; वह दूरसे दूर जानेके लिए मजबूर हो जाते हैं।

उवालविन्दुसे शून्य (हिम)-विन्दु (0° सेंटीग्रेड— 32° फार्न०) = तक अणुओंको नजदीक रखनेवाली—योजक-शक्ति^१ उन्हें मिलाकर पिंडके रूपमें रखे रहती है, साथ ही तापगतिको अधिकार रहता है, कि वह अणुओंको मन्द किन्तु अनियमित चालसे फिरावे। इसीको पिंडकी तरल अवस्था कहते हैं।

२. ठोस

शून्य (हिम)-विन्दु (32° फार्न०)से नीचे उक्त योजक-शक्ति और अधिक प्रबल हो उठती है, और वह भीतरी गतिको कम करके अणुओंको कठोर स्थायी आकृतिमें चुन देती है। उस समय वहाँ इतनी ही गति बच रहती है, कि प्रत्येक अणु हल्की चालसे निरन्तर हिलता रहे। यही ठोस अवस्था है। इस अवस्थामें भीतरी गति तबतक जारी रहती है, जबतक तापमान परम शून्यविन्दु (-273° सेंटी० = -459° फार्न०) तक नहीं पहुँच जाता। परम शून्यविन्दुपर अणुओंकी सारी गति बन्द हो

^१ Cohesion.

जाती है। तारों, ग्रहोंके बीचकी खाली जगह प्रायः सारी ऐसा ही तापमान रखती है। 'उबाल-विन्दु' नाम यथार्थ नहीं, वस्तुतः इसे वाष्पविन्दु कहना चाहिए, क्योंकि पानी १००° सेंटी० (= २१२° फार्न०) पर पहुँचते ही बिना उबले यकायक भाप बन जा सकता है। उबलता तो इसलिए है, कि साफसे-साफ जलमें भी कुछ धूलि या कण बच रहते हैं, जिनके गिर्द बुलबुले तैयार होते हैं। बुलबुलोंमें हवा घुसी रहती है, उसीके दखल देने से पानीको खीलना पड़ता है।

पानीका पिघाल और उबाल-विन्दु दूसरे द्रव्योंकी अपेक्षा बहुत कम है। प्रायः जो पदार्थ जितने भारी होते हैं, उनके पिघाल और उबाल-विन्दु भी उतने ही ऊँचे होते हैं।—

	परमाणुभार	पिघालविन्दु (सेंटी०)	उबालविन्दु (सेंटी०)
पानी		०°	१००°
आक्सीजन	१६	-२२७	-१८३
क्लोरिन	३५.४	-१०२	-३४
पारा	२००.६	-३६	-३५७
गन्धक	३२.६	११३	४४५
सीसा	२०७.२	३२७	१५२५
ताँबा	६३.५७	१०८३	२३१०
सोना	१९७.२	१०३५,	१०६३°
प्लाटिनम्	१९५.२	१७५७,	१८५५

५००° सेन्टीग्रेडपर ज्वाला हल्का लाल रंग लेती है, और ५०००° पर सफेद।

कुछ पदार्थोंके वास्तविक पिघाल और उबालविन्दु हैं ही नहीं। उनके अणुओंकी बनावट ऐसी है, कि ताप बढ़नेपर जो दबाव उनपर पड़ता है, उसे बेकार करनेके लिए भीतरी परमाणु अपनी चिनाईको बदलकर नये और सीधे-सादे अणुओंके रूपमें परिणत हो जाते हैं।

भौतिकतत्त्वोंकी गवेषणा भौतिकशास्त्र^१ और रसायनशास्त्र^२का मुख्य विषय है। भौतिकशास्त्र परमाणु, एलेक्ट्रन, नाभिकण, प्रोटन, न्युट्रनके सूक्ष्म ढाँचों, क्रियाओं-प्रतिक्रियाओंका अध्ययन करता है। शक्ति और गति इसका प्रतिपाद्य विषय है। रसायन-शास्त्र परमाणुओं और उनके योगसे बने अणुओं, अणुगुच्छकों तथा मिश्रित तत्त्वोंका अध्ययन करता है। शक्ति रसायनिक हो, प्रकाश या गतिकी हो, एक स्थानसे दूसरे स्थानमें, एक रूपसे दूसरे रूपमें वह भले ही बदल जाती है, किन्तु वह नष्ट नहीं होती—इसे शक्तिसंरक्षण^३ सिद्धान्त कहते हैं। मेयरने १८४२ ई०में इस सिद्धान्तको खोज निकाला। भौतिकशास्त्रका यह प्रधान विषय है। रसायनशास्त्र उन्नीसवीं शताब्दीके दूसरे महान् सिद्धान्त तत्त्वसंरक्षण^४से सम्बन्ध रखता है।

भौतिक पदार्थोंका साइंसीय अध्ययन करते वक्त हम उनके एक पहलूको अलग कर लेते हैं। उदाहरणार्थ, जिस कागजपर इस लेखको आप पढ़ रहे हैं, उसके बारेमें गवेषणा करते वक्त हम सिर्फ रंग या बनावटको ले लेते हैं, यद्यपि इसके वर्तमान रूपके ही आकार, चिकनाहट, मुटाई, लचक, दृढ़ता, स्याही-रोशनीके लिए अनुकूलता आदिके पहलू भी यहाँ मौजूद हैं। और इसके भूत और भविष्यके इतिहासको भी लिया जाए, तो आविष्कारसे लेकर बनावट और मशीनमें तरक्की, जंगलोंका संहार आदि न जाने कितनी चीजें आ जावेंगी। फिर कागजका विश्वमें खास स्थान है। विश्वकी रचनाका वह वैसे ही एक महत्त्वपूर्ण अंग है, जैसे हजारों और पदार्थ। लेकिन यदि हम उन सभी पहलुओंपर विचार करने लग जायें, तो हमारी गवेषणा एक कदम आगे नहीं बढ़ सकती। इसीलिए साइंसीय गवेषणाके वक्त हम परीक्ष्य वस्तुके हजारों पहलुओंको छोड़ उसके सिर्फ एक पहलूको लेते हैं। ऐसे परीक्ष्य पदार्थको हम एकाकी^५

^१ Physics. ^२ Chemistry. ^३ Conservation of energy.

^४ Conservation of matter. ^५ Isolate.

कहते हैं। हर एक परीक्ष्य एकाकी अपना भीतरी ढाँचा रखता है, उस ढाँचेको बनानेवाली ईंटोंका आपसका खास सम्बन्ध होता है। एकाकीके बाहरी जगत्से भी भिन्न-भिन्न सम्बन्ध हैं, क्योंकि वह बड़े जगत्का एक अभिन्न अवयव है। यह भीतरी ढाँचा और बाहरी परिस्थिति ऐसी चीजें हैं, जिनपर उस एकाकीका स्वरूप, सत्ता निर्भर है। साइंसीय एकाकियोंका अध्ययन करते वक्त उनके इस पहलूपर भी हमारा ध्यान रहना जरूरी है।

§ २. भौतिक तत्त्व^१

घड़ा मिट्टीसे बनता है। तरह-तरहके आभूषण सोनेसे बनते हैं। पिंड, घड़ा, ठीकरा किसी रूपमें भी हों, किन्तु मिट्टी उनमें अवश्य विद्यमान रहती है। आकार बदलनेपर भी जो पदार्थ उन सभी आकृतियोंमें मौजूद रहता है, उसे न्यायशास्त्रमें उपादानकारण^२ कहते हैं—जैसे मिट्टी और घड़े आदिको कार्य कहा जाता है। यह जगत्, उसके पहाड़, समुद्र, वृक्ष, पशु आदि लाखों चीजें किस तत्त्व या तत्त्वोंसे बनीं? इनके मूल उपादानकारण क्या हैं?—इस तरहके प्रश्नोंके साथ ही मनुष्यकी दार्शनिक जिज्ञासाका आरंभ होता है। उपनिषद्के ऋषियों^३में किसीने समझा कि पृथिवी (जो कि अधिकांश वस्तुओंका उपादानकारण है) जलसे पैदा होती है, जल आगसे, आग हवासे, किसी-किसीने जलको ही प्रथम माना, आकाशको किसी-किसीने आत्मासे पैदा हुआ माना, लेकिन इससे इस वक्त हमें प्रयोजन नहीं है, इन पाँचों तत्त्वोंको महाभूत या भूतका नाम दिया गया है। पुराने भारतीय भौतिकवादियों—चार्वाकों—ने आकाशको बेकार समझकर छोड़ दिया, और पृथिवी, जल, तेज, वायु चार ही तत्त्वको माना। बुद्धने भी चार ही महाभूतोंको माना। पाँच महाभूतोंकी कल्पना भारतमें ईसासे पूर्व सातवीं या आठवीं सदीमें हुई। कह नहीं

^१ Elements.

^२ Material cause.

^३ ऐतरेयारण्यक २।३।१-५

सकते आकाशको न माननेवाले उस वक्त भी मौजूद थे या नहीं। छठी-सदी ई०पू०में चार भूतोंके माननेवाले मौजूद थे, इसमें तो सन्देह नहीं।

१. अनुसंधानका इतिहास

यूनानमें 'चावकिक समकालीन थैल' (ई० पू० ६४०-५५०)ने पानी को मूल कारण माना। उसके शिष्य अनक्सिमन^३ (ई० पू० ५६०-५५०)ने वायुको, और हेराक्लितु^४ (ई० पू० ५३५-४२५)ने आगको मूलकारण सिद्ध किया, यद्यपि आगसे हेराक्लितुका अभिप्राय एक प्रकारकी सूक्ष्म आग—परमाणुरूप आग—से था।

ईसा-पूर्व सातवीं आठवीं शताब्दीसे ईसाकी सत्रहवीं शताब्दी—प्रायः ढाई हजार वर्ष—तक चार या पाँच महाभूतोंका बोलबाला था। सांख्यने प्रकृतिको उनका भी मूल समझा सही, किन्तु वह उपनिषद्के आत्माकी भाँति बहुत कुछ एक रहस्यमयी वस्तु थी। मध्यकालमें यूरोपमें भी हमारे यहाँकी भाँति कीमिया—लोहे या ताँबेसे सोना बनाने—की धूम थी। रसायनशास्त्रका आरंभ कीमियाके प्रयत्नसे हुआ। सबसे पहिले ब्वायल^५ने "सन्देहवादी रसायनी" (१६६१ ई०) पुस्तक लिखकर थैलके जमानेसे चले आए भूतोंके मूलतत्त्व होनेमें सन्देह प्रकट करते हुए कहा कि मूलतत्त्व और ही हैं जिनके कि मिश्रणसे भूत बने हुए हैं। मूलतत्त्व उन्हींको कह सकते हैं, जो मिश्रित नहीं हैं। जब कोई द्रव्य भस्म की जाती है, तो उससे गन्धक निकलती है। अठारहवीं सदीके अन्तमें इसका नाम फ्लोगिस्टोन्^६ पड़ा। चूँकि भस्म करनेपर धातुका वजन कुछ बढ़ जाता है, और वहाँ फ्लोगिस्टोन्को निकलते देखा जाता था, इसलिए कल्पना की गई कि फ्लोगिस्टोन्में ऋणात्मक भार है—चारमें दो ऋण मिले तो योग दो रह जाता है, किन्तु यदि उसमेंसे ऋण दो निकाल दिया जाये तो योग

^१ Thales. ^३ Anaximenes. ^४ Heraclitus. ^५ Boyle.

^६ Flogistone.

चार रहेगा। उस समय वायुमें भार नहीं माना जाता था, ब्वायेलने पहिले-पहिल दिखलाया कि उसमें भी भार है। वायुको मिश्रित नहीं माना जाता था, और उस वक्त इसीको गेस ख्याल किया जाता था। इसलिए जब कुछ और गेस मिलीं, तो उन्हें भी वायुका ही भेद समझा जाने लगा।

रसायनिक तत्त्वोंमें कार्बन् द्वि-आक्सीत^१का पता सबसे पहिले ब्लैक (इंग्लैंड)ने १७५५ (पलासीके युद्धसे दो वर्ष पूर्व) लगाया, और उसका नाम उसने 'स्थिर वायु' रखा। आजके मूल रसायनिक तत्त्वोंमेंसे आक्सीजनकी खोज प्रीस्टलीने की, और यह भी दिखलाया कि आगके जलाने और प्राणधारीके श्वास लेनेके लिए भी इसकी आवश्यकता है। लेकिन प्रीस्टलीने अपने आविष्कारके महत्त्वको नहीं समझा, इसीलिए उसने उसका नाम 'प्रति-फ्लोगिस्टोनीकृत वायु' रखा। तो भी रसायनशास्त्रियोंका पैर अब ठोस जमीनपर लग चुका था। हेनरी कवेन्डिशने पानीपर हमला किया और उसे दो गेसों—आक्सीजन और हाइड्रोजनसे बना साबित किया। फ्लोगिस्टोन्का भूत अब भी सरसे हटा नहीं था, इसीलिए कवेन्डिशने उन दोनों गेसोंका नाम फ्लोगिस्टोन् और प्रति-फ्लोगिस्टोनीकृत वायु रखा। ऋणात्मक गुणवाले इस फ्लोगिस्टोन्के ख्यालने उस समयकी खोजोंमें बहुत बाधा डाली थी, क्योंकि धातुभस्मके वजन बढ़नेके अज्ञात कारणकी खोज करनेकी जगह यह रहस्यमय तत्त्व प्रश्नको ही दवा देता था।

अभी तक प्रयोग अधिकतर अटकलपच्छ चल रहे थे, इसलिए भी प्रगति तेजीके साथ नहीं हो रही थी। लेकिन अब नाप-तौलको प्रयोगका अंग बनाया गया। लावाजियेने निश्चित मात्रामें हवा रख एक पात्रमें निश्चित तौलमें पारा बन्दकर भस्म किया। पारेपर लाल जंग (मुर्चा) लग गया, और हवाको तौलनेपर वह कम उतरी। लाल जंगको फिर

^१ Carbon dioxide.

^२ Lavoisier.

तूपानेपरं प्रोरा और एक गेस अलग हो गये । गेसको तोलनेपर उसका भार उतनी ही निकला जितनी कि पात्रकी हवामें कमी थी । इस प्रकार सिद्ध हुआ कि कोई चीज वहाँसे न नष्ट हुई, और न बढ़ी । लावाजियेने देखा कि पहिले प्रयोगके बाद जो हवा बच रही थी, वह श्वासके योग्य न थी, लेकिन पाराके जंगसे निकली हवा श्वासके लिए उपयोगी थी । लावाजियेके इस प्रयोगने प्लोगिस्टोन्के प्रेतसे रसायनशास्त्रका पिंड छुड़ाया ।

आगेकी खोजोंसे पता लगा कि एक ही तत्त्व ठोस, तरल और वाष्प (=गेस) तीनों अवस्थाओंमें पाया जा सकता है । नई खोज जब आरम्भ हुई, उस वक्त यूनानी विद्वानोंकी कृतियाँ यूरोपमें श्रद्धाकी दृष्टिसे देखी जाने लगी थीं, और वह उनके लिए काफिरों और अन्-ईसाइयों की बात कहकर घृणा और अवहेलनाकी चीज न रह गई थीं । गलिलियो, न्यूटन, व्वायल सभी 'देमोक्रितु' (ई० पू० ४६०-३७०)के परमाणुवादको इज्जतकी निगाहसे देखते थे; लेकिन अभी उसकी प्रयोगसे पुष्टि नहीं हुई थी । जान डाल्टन् (मानचेस्टर)ने पहिले-पहिल मूल और मिश्रित तत्त्वके अन्तरको साफ-साफ दिखलाया । उसने बतलाया कि मिश्रित तत्त्व वे हैं, जो एक या अनेक मूलतत्त्वसे मिलकर बने हैं; मूलतत्त्व अमिश्रित हैं । यह भी सिद्ध किया, कि भिन्न-भिन्न तत्त्वोंके परमाणु भारमें भिन्नता रखते हैं, और यदि तत्त्वोंको उतने ही परिमाणमें मिलाया जाये तो हमेशा एक सा ही मिश्रित तत्त्व बनेगा । उस समयके रसायनशास्त्री यूनानियोंकी भाँति परमाणुको छोटे-छोटे ठोस गोल कण मानते थे ।

१६वीं सदीके आरम्भ तक मूल रासायनिक तत्त्वोंकी संख्या ३० तक पहुँच गई थी ।

हाइड्रोजनके परमाणुओंको सबसे छोटा देखकर पहिले समझा गया था, कि यही सभी तत्त्वोंका मूल है; किन्तु जब तोल अधिक वारीकीसे

की गई तो मालूम हुआ, कि हाइड्रोजन सबकी इकाई नहीं ही सकता।

उन्नीसवीं सदीके आरम्भमें जिन हथियारोंसे मूल रासायनिक तत्त्वोंकी अन्वेषण हो रहा था, वह उतने वारीक न थे। पीछे उनकी वारीकी भ बढ़ी, और नये साधन भी हाथ आए। सितारोंकी दूरी, पिंड, परिमाण आदि नापनेमें जिस रश्मिवर्णदर्शक (स्पेक्ट्रास्कोप)ने बहुत सहायता की उसने रासायनकी पड़तालमें भी भारी सहायता की। प्रयोगसे मालूम हुआ, कि तप्त होनेपर धातु जिन रश्मियोंको छोड़ते हैं, उनके वर्णोंकी वारीकीसे देखनेपर वहाँ भिन्न-भिन्न घनता और संख्यामें रेखागुच्छ पाये जाते हैं। पृथिवीपर मौजूद तत्त्वोंकी इन रश्मिवर्णीय रेखाओंकी सूची बना ली गई, और उनकी सहायतासे सूर्य और तारों तकके तत्त्वोंका पता लगाया जा सका। कितनी ही बार इन रेखागुच्छकोसे सूर्य या तारोंमें एक तत्त्वका पता पहिले लगा, पीछे वह तत्त्व पृथिवीपर भी मिल गया। और कुछ तत्त्व तो वहाँ ऐसे हैं, जो पृथिवीमें मिल भी नहीं सके।

२. तत्त्वोंकी सूची

रासायनिक तत्त्वोंकी संख्या ६२ तक पहुँच गई है। इनमें कुछ तो जत्र प्रयोगमें देखे भी नहीं गए थे, तभी तालिकामें अपने रिक्त स्थानके कारण पहिलेसे बतला दिये गए थे और दो (८५, ८७)की जगह अभी खाली है। नीचे रासायनिक तत्त्वोंकी तालिका दी जा रही है—

नाम	परमाणु-भार	पिघालविंदु (सेंटी०)	उबालविंदु (सेंटी०)
१. हाइड्रोजन	१.००८	-२५६.१४	-२५२.७
२. हेलियम्	४.००३	-२७२.२	-२६८.६
३. लिथियम्	६.९४०	१८६	७१२२०

चिह्न (*)वाले तत्त्व रेडियो-क्रियावाले हैं।

नाम	परमाणु-भार	पिघालविन्दु (सेंटी०)	उबालविन्दु (सेंटी०)
४. बेरीलियम्	९०२	१३५०	१५००
५. बोरोन्	१०८२	२३००	२५५०
६. कार्बन	१२०१०	७३५००	४२००
७. नाइट्रोजन	१४००८	-२०६८६	-१६५८
८. ऑक्सिजन	१६०००	-२१८४	-१८३
९. फ्लुओरिन	१९००	-२२३	-१८७
१०. न्योन्	२०१८३	-२४८६७	-२४५१
११. सोडियम्	२२६६७	९७५	८८०
१२. मग्नेसियम्	२४३२	६५१	१११०
१३. अल्मोनियम्	२६६७	६५६७	१८००
१४. सिलिकोन्	२८०६	१४२०	२६००
१५. फास्फोरस्	३०६८	४४१	२८०
१६. गन्धक	३२०६	{ ११२८ ११६०	४४४६
१७. क्लोरिन्	३५४५७	-१०१६	-३४६
१८. अर्गोन्	३६६४४	-१८६२	-१८५७
१९. पोटैस्	३९०६६	६२७	७६०
२०. कल्सियम्	४००८	८१०	११७०
२१. स्कैंडियम्	४५१०	१२००	२४००
२२. टिटैनियम्	४७६०	१८००	७३०००
२३. वनाडियम्	५०६५	१७१०	३०००
२४. क्रोमियम्	५२०१	१६१५	२२००
२५. मंगानीस्	५४६३	१२६०	१६००
२६. लोहा	५५८४	१५३५	३०००
२७. कोबाल्ट	५८६४	१४८०	३०००

नाम	परमाणुभार	पिघालविंदु (सेंटी०)	उबालविंदु (सेंटी०)
२८. निकल्	५८.६६	१४५५	२६००
२९. ताँबा	६३.५७	१०८३	२३००, ७२६०००
३०. जस्ता	६५.३८	१६००	४३३.३
३१. गलियम्	६९.७२	२६.७५	७१६००
३२. जर्मोनियम्	७२.६०	६३८.५	२७००
३३. संखिया	७४.९१	८१४	६१५
३४. सेलेनियम्	७८.९६	२२०	६८८
३५. ब्रोमिन्	७९.९१६	-७.२	५८.७८
३६. क्रिप्टोन्	८३.७	-१५७ (-१६६)	-१५.६ (-१५१.८)
३७. रुबीडियम्	८५.४८	३८.५	७००
३८. स्ट्रोनटियम्	८७.६३	८००	११५०
३९. यिट्रियम्	८८.९२	१४६०	२५००
४०. जिर्कोनियम्	९१.२२	१६००	७२६००
४१. न्युबियम्	९२.९१	१६५०	२६००
४२. मोलिब्डेनम्	९५.९५	२६००	३७००
४३. मसूरियम्	..	..	..
४४. रुथेनियम्	१०१.७	२४५०	७२७००
४५. र्होडियम्	१०२.९१	१६८५	७२५००
४६. पल्लाडियम	१०६.७	१५५३	२२००
४७. चाँदी	१०७.८८०	६६०.५	१६५०
४८. कड्मियम्	११२.४१	३२०.६	७६७
४९. इंडियम्	११४.७६	१५५	१४५०
५०. टिन्	११८.७०	२३१.८६	२२६०

Tin.

नाम	परमाणु-भार	पिघालविंदु (सेंटी०)	ज्वालविंदु (सेंटी०)
५१. सुर्मा ^१	१२१.७६	६३०.५	१३८०
५२. तेलूरियम्	१२७.६१	४५२	१३६०
५३. आयोडिन्	१२६.६२	११३.५	१८४.३५
५४. वसेनम्	१३०.३	-११२(-१४०)	-१०७.१(-१०६.१)
५५. सएसियम्	१३२.६१	२८.५	६७०
५६. वरियम्	१३७.३६	८५०	११४०
५७. लन्थानम्	१३८.६२	८२६	१८००
५८. सेरियम्	१४०.१३	६४०	१४००
५९. प्रसेओडिनियम्	१४०.६२	६४०	..
६०. न्योडिमियम्	१४४.२७	८४०	..
६१. इलिनियम्	..	..	..
६२. समरियम्	१५०.४३	७१३००	..
६३. युरोपियम्	१५२.०	..	..
६४. गडिनियम्	१५६.६	..	..
६५. टर्वियम्	१५६.२	..	..
६६. डिस्प्रोसियम्	१६२.४६	..	..
६७. होल्मियम्	१६३.५	..	..
६८. एर्वियम्	१६७.२	..	..
६९. थुलियम्	१६९.४	..	..
७०. उर्तेर्वियम्	१७३.०४	१८००	..
७१. लुतेसियम्	१७५.०	..	..
७२. हाफ्नियम्	१७८.६	१७००	७३२००
७३. तन्तालुम्	१८०.८८	२८५०	७४१६०

^१ Antimony.

नाम	परमाणु-भार	पिघालविंदु (सेंटी०)	उबालविंदु (सेंटी०)
७४. तुङ्गस्तेन्	१८३.६२	३३७०	५६००
७५. र्हेनियम्	१८६.३१	३०००	..
७६. ओस्मियम्	१९०.२	२७००	७५३००
७७. इरिडियम्	१९३.१	२३५०	४८००
७८. प्लाटिनम्	१९५.२३	१७७३.५	४३००
७९. सोना	१९७.२	१०६३	२०००
८०. पारा	२००.६१	-३८.८७	३५६.६
८१. थलियम्	२०४.३६	३०३.५	१६५०
८२. सीसा	२०७.२१	३२७.४	१६२०
८३. बिस्मथ्	२०९.००	२७१.३	१४५०
*८४. प्लोमियम्	..	..	..
८५. ..	..	..	..
*८६. रडोन	२२२.००	-११०	..
८७. ..	..	..	..
*८८. रेडियम्	२२६.०५	६६०	११४०
*८९. अकटीनियम्	..	..	..
*९०. थोरियम्	२३२.१२	१८४५	७३०००
९१. प्रोटो-अकटी- नियम्	२३१	..	..
९२. उरानियम्	२३८.०७	७१८५०	..

मूलतत्त्व सभी एक आकारके नहीं हैं, यह ऊपरकी सूचीमें हाइड्रोजन. (१.००८) और उरानियम् (२३८)के भारसे मालूम हो जायेगा ।

पृथिवीकी ऊपरी ठोस पपड़ी ६६ सैकड़ा—आक्सीजन, सिलिकोन्, अल्मोनियम्, लोहा, कल्सियम्, मग्नेसियम्, सोडियम् और पोटैस—इन

आठ तत्त्वोंसे मिलकर बनी है । ५० दुष्प्राप्य धातुएँ हैं, जो भूमिकी पपड़ी का $\frac{9}{90000}$ हैं ।

§ ३ परमाणु

परमाणुवाद यूनानकी देन है । भारतमें भी वैशेषिक (ईसवी २ सदी) का परमाणुवाद देमोक्रीतु (ईसा पूर्व ४ सदी)के परमाणुवादसे लिया गया है, यह हम अन्यत्र^१ बतलाएँगे । परमाणुका पर्यायवाची यूनानी शब्द अ-तोमोन् है, जिसका अर्थ है अ-विभाज्य । वस्तुतः देमोक्रीतु (ई० पू० ४६०-३७०)से ईसाकी १६वीं सदी तक भारत, यूरोप सभी जगह परमाणु अविभाज्य, अच्छेद्य माना जाता ही था । परमाणुकी सूक्ष्मताका अन्दाजा इसीसे लगाया जा सकता है, कि ५० शंख^२ परमाणुओंका वजन आध छटाँक (२॥ तोले)के करीब होगा । उसका व्यास एक इंचका दस करोड़वाँ हिस्सा है । सिप्रेट लपेटनेके पतले कागज, अथवा पतंगी कागजकी मुटाईमें एकसे एकको सटाकर रखनेपर, एक लाख परमाणु आ जावेंगे । धूलिके एक छोटे कणमें दस पदुमसे अधिक होते हैं । सोडावाटरको गिलासमें डालनेपर जो छोटी-छोटी बूंदें निकल आती हैं, उनमेंसे एकके परमाणुओंको गिननेकेलिए संसारके तीन अरब आदमियोंको लगा दिया जावे, और बिना खाये-पीये-सोये लगातार प्रति मिनट तीन सौकी चालसे गिनते जावें, तो गिनती समाप्त करनेमें उन्हें चार महीने लगाने होंगे । पतले केशको उखाड़ते वक्त उसके सिरपर जो रुधिरकी सूक्ष्म बूंद लगी रहेगी, उसे अणु-वीक्षणकी ताकतको इतना बढ़ाकर देखा जाये कि बूंद छै या सात फीट व्यासकी दीख पड़े, तो भी उसके भीतरके परमाणुका व्यास $\frac{9}{9000}$ इंच ही हो सकेगा । अणुवीक्षण यंत्रमें इतना बड़ा करके दिखलानेकी ताकत है, तो भी जहाँ प्रकाशकी किरणें स्वयं परमाणुसे मोटी होंगी, वहाँ अपने-से सूक्ष्म परमाणुको दिखलानेमें वह प्रकाश नहीं अंधकारका काम देंगी ।

^१ "दर्शन-दिग्दर्शनन" पृष्ठ ६३६ ।

^२ 50 million billion.

इतने सूक्ष्म परमाणुको नापना आसान काम नहीं है, तो भी इसके तरीके निकल आये हैं। सबसे अच्छा तरीका तेलका है। हर तरहकी धूल-मैलसे रहित खूब साफ जलपर तेल डालनेसे फैल जाता है; और पानीपर तेलका एक पतला फिल्म छा जाता है। कपूरके बारीक चूर्ण या दन्तमंजनमें इस्तेमाल होनेवाले तलकम् चूर्णको ऊपर छोटनेपर वह पानीके ऊपर चंचल, और तेलपर स्थिर हो जम जाता है। फिल्मकी यही मुटाई परमाणुकी मुटाई है। ऊपर परमाणुका जो परिमाण हम लिख आये हैं वह इसी तरहके फिल्मकी मुटाईको अणुमापक^१के द्वारा नापकर मालूम हुई है। गैसोंके परमाणुओंकी नापसे परमाणुका परिणाम और बारीकीसे जाना जाता है।

अभी तक हम परमाणुको इस तरह वर्णन कर रहे थे; जैसे कि वह कण है, किन्तु प्रकाशकी भाँति परमाणु कण भी है और तरंग भी। काल जिसका अभिन्न अंग हो, उसमें यह विचित्रता होनी ही चाहिए। परमाणु निरन्तर डोलते रहते हैं, यह डोलना एक सीमाके भीतर होता है। जहाँ तक जाकर तरंगें फिर मुड़ आती हैं, उस दूरीको तरंग-लम्बान^२ कहते हैं। भिन्न-भिन्न जातिके परमाणुओंकी अपनी अलग-अलग तरंग-लम्बान होती है, जो कि परमाणुके भीतरी परिवर्तनके साथ बदल भी जाती है। यह लम्बान एक इंचके २५ करोड़वें हिस्से ($\frac{1}{25}$ करोड़ इंच)से लेकर $\frac{1}{100}$ इंच तक होती है। जिन १२ भौतिक तत्त्वोंका ऊपर जिक्र कर आए हैं, वे अलग-अलग जातिके परमाणु हैं।

सारा विश्व परमाणुओंसे बना है। हमारी कायाका मकान इन्हीं ईंटोंसे चिना गया है, जो पूरियाँ और जलेवियाँ हम खाते हैं, वह भी इन्हीं परमाणुओंकी हैं। जो हवा या सुगन्ध हम साँस लेते या सूँघते हैं, वह भी इन्हीं परमाणुओंके हैं। यदि परमाणुके भीतर हम घुसें, तो मालूम होगा कि वहाँ पोलो जगह ही ज्यादा है। भीतर चाहे कैसा भी हो, बाहर वह ठोस मालूम होता है।

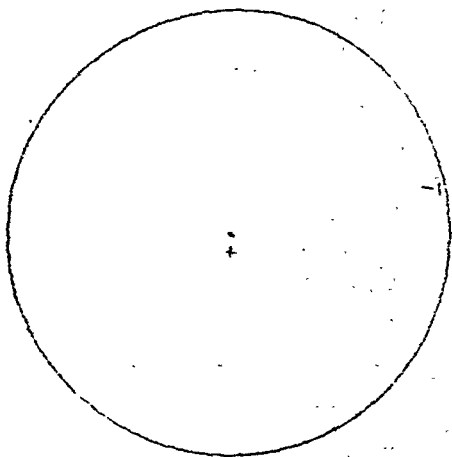
^१ Micrometre.

^२ Wave-length.

१. परमाणुका उद्ग

परमाणुके भीतर भाँकनेपर हम नाभिकण^१ और एलेक्ट्रन् (विद्युत्कण) को देखते हैं। सूचीमें दिये परमाणुओंकी छुटाई-बड़ाईके अनुसार एलेक्ट्रनोंकी संख्या और नाभि-

कणोंकी मात्रा अधिक होती है। नाभिकण केन्द्रमें रहता है। उसकी चारों ओर एलेक्ट्रन् परिक्रमा करते हैं। सबसे छोटा और सबसे सीधा-सादा ढाँचा हाइड्रोजन परमाणुका है (चित्र २२)। इसमें एक नाभिकण (प्रोटन्)के गिर्द एक एलेक्ट्रन् घूमता है। गोया परमाणु एक प्रकारका छोटासा



चित्र २२

सौरमंडल है। यही त्राहरी (अनेक होनेपर सबसे बाहरवाला) एलेक्ट्रन् अपनी कक्षासे परमाणुके आकारकी सीमा बनाता है, और साथ ही अपनी ऋणात्मक विजलीसे नवागन्तुकको बाहरकी ओर धक्का देते पहरेदारका भी काम करता है। परमाणु भीतरसे कितना पोला है, इसका अन्दाज इसीसे लग सकता है, कि हाइड्रोजनके नाभिकण (=प्रोटन्)को यदि आँवलेके बराबर बड़ा कर दिया जावे, तो उसके और एलेक्ट्रन्के बीचकी खाली जगह दो हजार फुट चौड़ी होगी। जहाँ सवातीन फर्लांगसे अधिक व्यासके वृत्तवाले मैदानमें एक आँवला (नाभिकण) और उससे भी दो हजार हिस्सा छोटा एक कण (एलेक्ट्रन्) पड़ा हो, उस मैदानको हम बहुत कुछ खाली जगह ही कह

^१ Nucleus.

सकते हैं। यह है हमारा हाइड्रोजन परमाणु। एक और बड़े परमाणुको लीजिए। चाँदीके परमाणुमें १०७ एलेक्ट्रन्^१ होते हैं। यदि उसके नाभिकणको अंटाघरके गेंदके बराबर बढ़ा दिया जाये तो सबसे नज़दीकके एलेक्ट्रन्की कक्षा अंटाघरकी दीवारें होंगी, और सबसे दूरवालेकी कक्षा आध मीलपर।

२. एलेक्ट्रन्^१

सबसे छोटे परमाणु हाइड्रोजनमें एक, और सबसे बड़े उरानियम्में दो सौ एलेक्ट्रन् होते हैं। आँवले और कणके दृष्टान्तसे मालूम हो गया होगा, कि परमाणुका अधिकांश भाग नाभिकणका बना है, एलेक्ट्रन् हाइड्रोजनके नाभिकण (प्रोटन्)का सिर्फ $\frac{1}{1836}$ है। उरानियम् हाइड्रोजनसे २३८ गुना बड़ा है। नाभिकण घनात्मक विजलीका पुंज है। उसमें यह विजली इतनी मात्रामें है, कि एलेक्ट्रन्की ऋणात्मक विजलीकी आकर्षण शक्तको विफल बना देती है। बड़े परमाणुओंके नाभिकण अनेक प्रोटनों और एलेक्ट्रनोंसे बने होते हैं—चाँदीके नाभिकणमें १०७ प्रोटन् और उतने ही एलेक्ट्रन् होते हैं। अनेक एलेक्ट्रन् होनेपर वे नाभिकणसे दूर अकेले दो या अधिककी टोलीमें घूमते हैं, यह हम आगे बतलायेंगे।

सारे परमाणुसे तुलना करनेपर प्रोटन् भी नगण्यसा है, फिर उससे भी २०००वाँ हिस्सा छोटे एलेक्ट्रन्के आकारकी गिनती ही क्या हो सकती है ?

(१) एलेक्ट्रन्का आविष्कार

१८११ ई० तक अणु सबसे सूक्ष्म तत्त्व समझा जाता था, इसी साल अवोगद्राने अणुसे परमाणुको अलग किया। ८६ साल तक परमाणु सबसे सूक्ष्म अवयव रहा। फिर १८६७ ई०में सर जे० जे० टाम्सनने परमाणुके अन्वेषणके समय एक टुकड़ा पाया, जो कि सबसे छोटे हाइड्रोजन परमाणुसे भी छोटा था, नापनेपर वह उसके $\frac{1}{1836}$ के करीब सिर्फ ऋणात्मक

^१ Electron.

विजलीका निकला । यही है एलेक्ट्रन विजली की सबसे छोटी इकाई । आगेकी खोजोंसे यह भी मालूम हुआ, कि विजली जहाँ कहीं भी मिलती है, वह इसी इकाईकी मात्राके अनुसार अर्थात्, १, २, ३... एलेक्ट्रन-के बराबर मिलती है; $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$...की मात्रामें नहीं । टाम्सनके शिष्य रदरफोर्डने परमाणुके भीतरी ढाँचेके बारेमें बहुत महत्त्वपूर्ण खोजें की हैं, और भौतिकशास्त्रमें उसकी गवेषणाएँ डार्विनके विकासवादके समान महत्त्व रखती हैं ।

(२) साइक्लोट्रोन्

पिछले बीस सालोंमें जो अत्यन्त महत्त्वपूर्ण खोजें हुई हैं, उसमें कली. फोर्निया विश्वविद्यालयके प्रोफेसर अर्नेस्ट लारेंस द्वारा आविष्कृत साइक्लोट्रोन् अत्यन्त सहायक साबित हुआ । परमाणु ठोस न होते भी भीतरी एलेक्ट्रनों और नाभिकोंके आकर्षण-विकर्षणके कारण बहुत कठोर हैं । एलेक्ट्रनोंका पहरा चारों तरफ इतना जबर्दस्त है, कि किसीका इस किलेके भीतर घुसना बहुत कठिन है । इन प्रहरियोंको हटाये बिना भीतर घुसा नहीं जा सकता था, और न बिना किलेबन्दीको हटाये इन प्रहरियोंकी ही अच्छी तरह जाँच-पड़ताल हो सकती थी । साइक्लोट्रोन् एक बड़ी शक्तिशाली तोप जैसा है, जिसके जरिये, बड़े वेग और जोरके साथ परमाणुका गोला फेंका जा सकता है । इसकेलिए एक विशाल चुम्बकके दोनों ध्रुवोंके बीच एक कोठा होता है । इसी कोठेमें अपने वृत्तको लगातार बढ़ाते हुए परमाणु चक्कर काटते ऋणसे धन और धनसे ऋण ध्रुवकी ओर दौड़ते हैं । अन्तमें एक सूक्ष्म छिद्रसे, लक्ष्यपर वह गोलेकी तरह चलाये जाते हैं, जिससे लक्ष्यके परमाणु टूट जाते हैं । जिस वक्त ये 'गोलियाँ' साइक्लोट्रोन्से निकलती हैं, तो उनका रूप एक स्थिर प्रकाश रेखासा होता है, और वह एक लाख मील प्रति सेकंडकी चालसे चलती है । इस रूपमें

उनकी शक्ति इतनी अधिक होती है, जिसपर कि मनुष्य आजसे पहिले काबू नहीं पा सका था ।

आजकल दुनियाका सबसे भारी साइक्लोट्रॉन् वर्कले विश्वविद्यालय (कलीफोर्निया) में बन रहा है । इसके केवल चुम्बक-पिंडमें ४००० टन (१,१२,००० मन) ताँबा और फ़ौलाद लगेगा, और वह ऐसी किरण उत्पन्न करेगा, जो कि १० करोड़से ३० करोड़ वोल्ट शक्ति रखेगी । वर्तमान साइक्लोट्रोनोंमें सबसे भारी किरण हवामें ५ फ़ीट तक घुस सकती है, नये साइक्लोट्रॉन्की किरण १४० फ़ीट तक घुस सकेगी !

साइक्लोट्रॉन्की गवेषणाएँ सिर्फ़ सिद्धान्त बनाने ही के काम नहीं आई हैं । इसकी सहायतासे ऐसे रेडियो-क्रियावाले पदार्थ बनाये गये हैं, जिनका चिकित्सा-शास्त्र और दूसरे कामोंमें बहुत उपयोग हो रहा है । इससे निकली किरणें एक्स-रे गामा-रेके तौरपर इस्तेमाल होती हैं । और प्राणिके शरीरके भीतरकी अवस्थाके जानने तथा चिकित्सामें काम आती हैं । भिन्न-भिन्न प्रकारके मिश्रण और घनता रखनेवाली किरणोंकी क्रियाओंको जाननेमें अभी वर्षों लगेगे, किन्तु अभी भी प्रयोगसे मालूम हुआ है, कि न्यूट्रॉन् (प्रोटॉन्से भी नीचेका कण, जिसमें न ऋणात्मक ही विजली है न धनात्मक ही) की किरणें सजीव ज्ञानतन्तुओंमें घुसकर इतने जोरके साथ प्रसर सकती हैं कि उनकी सहायतासे इच्छानुसार ज्ञानतन्तुके हृण सेलको मारा जा सकता है ।

आजकलके भारी ताकतवाले साइक्लोट्रोन् इतनी ताकतके साथ कणको फेंक सकते हैं, जिससे परमाणुके बाहरी तथा कम मजबूतीसे बँधे श्रवयोंको गिराया जा सकता है । वर्कले विश्वविद्यालयके महान् साइक्लोट्रोन्के तैयार हो जानेपर हम परमाणुके सबसे कठोर और रहस्यमय अंश नाभिकणको तोड़कर उसकी पड़ताल कर सकेंगे । पिछले चालीस वर्षोंमें भौतिकशास्त्र बहुत आगे बढ़ा है, इसमें सन्देह नहीं; किन्तु नाभिकणने अभी अपने कितने ही रहस्योंको छिपा रखा है, जिनको खोल बाहर करना आजकल भौतिकशास्त्रियोंकेलिए बहुत जरूरी हो गया है ।

नाभिकण रास्ता न देनेकेलिए जिस तरह भीष्म प्रतिज्ञा कर चुका है, साइंस भी रहस्यके ढूँढ़ निकालनेकेलिए वैसे ही प्रतिज्ञा-बद्ध है।

अभी हम बतलानेवाले हैं, कि परमाणुकी प्रायः सारी शक्ति उसके नाभिकणमें निहित है। नाभिकण ही परमाणुकी विशेषताका कारण है, अर्थात् सारे भौतिक तत्त्वोंकी कुंजी यहीं छिपी हुई है। यह भी अन्दाजा लगाया जाता है, कि नाभिकणोंको बाँधनेवाली शक्ति एक और भी सूक्ष्म कण मेसोट्रॉन्^१के बारेमें और अधिक जानकारी प्राप्त करनेका अर्थ है, माइंसकी सीमाको और आगे बढ़ाना।

(३) एलेक्ट्रॉन् तरंग भी कण भी

(क) कण—एलेक्ट्रॉनका जब पहिले-पहिल पता लगा, तो इस बातका काफ़ी प्रमाण था, कि वह कण है। चुम्बक और विजली फ़ैले क्षेत्रके प्रभाव द्वारा टाम्सनने एलेक्ट्रॉन्को हटनेपर मजबूर किया। इस हटनेके परिणामसे उसने एलेक्ट्रॉन्के भारको भी तोला; जिससे मालूम हुआ, कि नलीमें चाहे कोई भी गैस हो, हटनेवाले कणका वजन एकसा रहता है। इस प्रकार जब एलेक्ट्रॉन्का भार और स्थान मालूम हो गया, तो उसे कण छोड़ और कहा ही क्या जा सकता था ?

एलेक्ट्रॉन्के कण होनेका और भी सबूत है। यदि हम सीसेका पत्ता लेकर चूर्ण कर लें और उसे गन्धकमिश्रित जस्तेके स्फटिकके चूरेमें अच्छी तरह मिलाकर पर्दासा बना उसपर एलेक्ट्रॉन्से गोलेवारी करें, तो पर्देके ऊपर सब जगह अनियमित रीतिसे चिनगारियाँ निकलती दिखलाई देती हैं। पर्देसे टकराकर प्रत्येक एलेक्ट्रॉन् एक हलकीसी चिनगारी पैदा करता है, जिसे वृहत्प्रदर्शक शीशेकी मददसे देखा जा सकता है। मालूम होता है, वर्षाकी धारकी भाँति पर्देपर गिरती एलेक्ट्रॉनोंकी धार बुलबुलेकी जगह छोटी-छोटी चिनगारियोंको उत्पन्न कर रही है। अथवा उसकी इस वक्तके

^१ Mesotron.

व्यवहारकी उपमा मशीनगनकी गोलियोंकी बौछारसे लोहेके चदरेपर टकराकर उछलती चिपटी गोलियोंसे दी जा सकती है ।

(ख) तरंग—२८ वर्षों तक एलेक्ट्रनको कण मानते हुए अनुसन्धान करनेमें कोई दिक्कत नहीं पेश आई; किन्तु १९२५से वैसा माननेमें कठिनाइयाँ उत्पन्न होने लगीं । एक एलेक्ट्रन अपनी कक्षा छोड़ दूसरे एलेक्ट्रनकी कक्षाको पारकर (X) निकल जाता है, उस समय एलेक्ट्रनके कक्षाओंके पार करनेकी शकल अंग्रेजी एक्स(X) अक्षरसी होनेसे, जो किरण उत्पन्न होती है, उसे एक्स-किरण या एक्स(X)-रे कहते हैं । पहिले-पहिले एक्स-रेका जब पता लगा, तो सन्देह हो रहा था कि वह कण है या तरंग । किन्तु पतले फिल्मसे पार कराकर देखा गया, तो मालूम हुआ कि उसका रूप कणसा नहीं तरंगसा है । एलेक्ट्रनके एक्स-रेको इतना वेध नहीं सकते, इसीलिए उसकी परीक्षाकेलिए टाम्सनको बड़ा तरद्दुद उठाना पड़ा । टाम्सनने सोनेका फिल्म बनाया सभी धातुओंकी भाँति सोना भी अत्यन्त सूक्ष्म स्फटिकोंसे बना है । इन्हीं सूक्ष्म स्फटिकोंके उचित तापमानमें पाँतीसे जुड़ने या इकट्ठा हो जानेसे सोनेका पत्र या सिल्ली बनती है । टाम्सनने एलेक्ट्रनोंके स्वरूपकी परीक्षाकेलिए सोनेके स्फटिकोंकी पत्ती या पन्नी बनाई, और पन्नी भी एक इंचके दस लाखवें हिस्सेके बराबर पतली । इतनी पतली पन्नी अपने निर्माता स्फटिकोंकी भाँति पारदर्शक फिल्म जैसी होती है, और उससे आर-पारकी चीजें देखी जा सकती हैं । एलेक्ट्रनको सोनेके फिल्मसे पार कराया गया, और फोटो ले प्लेटपर उसके भावको देखा गया (फोटो-चित्र ११) । वहाँ धूप-छाया जैसी सफ़ेद और मैली रेखाएँ दिखलाई पड़ीं । समुद्र या जलाशयकी तरंगोंको हम देखते हैं, कि कैसे अगली तरंगके निचले भागको पीछेसे आनेवाली तरंगका ऊँचा उठा किनारा पकड़ता है, और दोनों एक दूसरेको मिटा देती हैं । यह जगह तरंगमें मैली छायासी मालूम होती है । तरंगका चमकीला किनारा इसलिए दिखलाई पड़ता है, कि वहाँ आगे-पीछेवाली दोनों ही तरंगोंका उठा भाग मिलकर तरंगको और ऊँचा करता

है। फोटोके प्लेटकी यह वूप-छाँही रेखाएँ सिर्फ उनके तरंग-रूप होने ही से हो सकती हैं। पहिले शीशेके पद्वेवाले प्रयोगमें हमें अनियमित चिनगारियाँ दिखलाई पड़ी थीं, किन्तु यहाँ नियमित काली-चमकीली रेखाएँ। इस प्रयोगने एलेक्ट्रन्को तरंग सिद्ध कर दिया। प्रयोगसे यह भी मालूम हुआ, कि एलेक्ट्रन्की तरंगें एक्स-रेकी तरंगोंसे छोटी हैं। एलेक्ट्रन्वाली तरंगोंमें कुछ निजी विशेषताएँ हैं। इन तरंगोंकी गति एकरस या शान्तसी नहीं मालूम होती, और इनके कोई-कोई भाग अशान्तसे मालूम होते हैं, इसीलिए वे दूसरे भागोंकी अपेक्षा सुस्त चालसे आगे बढ़ते हैं। तूफानके वक्त समुद्रमें भी ऐसी तरंगें हमें दिखलाई पड़ती हैं। तेज तरंगें आगे बढ़कर इन अनिश्चितसी सुस्त तरंगोंको पार कर जाती हैं। लेकिन साथ ही हम यह नहीं कह सकते, कि यह अशान्त भाग एलेक्ट्रन्-तरंग-कणका स्थान है, क्योंकि ये अशान्त भाग फैलते रहते हैं। यदि यह फैलाव एलेक्ट्रन्का स्वरूप होता, तो अब तक उसे असीम तक फैल जाना चाहिए। इसके वारेमें हम इतना ही कह सकते हैं, कि चाहे जैसे भी हो एलेक्ट्रन्-तरंग-कण इससे सम्बद्ध है।

इस प्रकार एलेक्ट्रन् तरंग और कण दोनों तरहकी प्रवृत्ति रखता है। इसीलिए यहाँ उसकेलिए एलेक्ट्रन्-तरंग-कण कहा गया है।

(४) गति

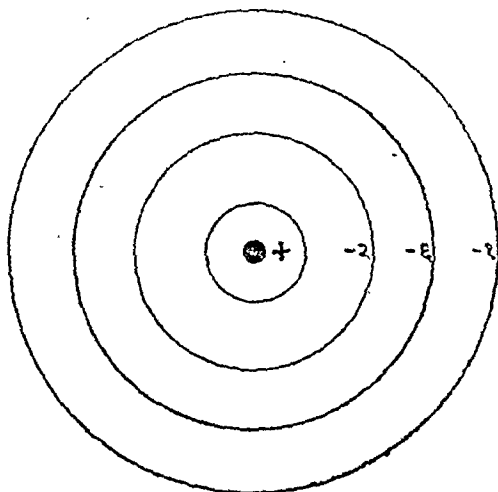
जब किसी पदार्थपर प्रकाश डाला जाता है, तो उससे एलेक्ट्रन्-तरंग-कण निकलते हैं। उनकी चालको हम नाप सकते हैं। उससे मालूम होता है कि प्रकाशकी तेजी-मन्दीका एलेक्ट्रन्की गतिपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। एक तेज और घना प्रकाश, निकलनेवाले एलेक्ट्रनोंकी संख्याको बढ़ा सकता है, किन्तु वह उनकी गतिको तेज नहीं कर सकता। हाँ, यदि बड़े तरंगवाले प्रकाशकी जगह छोटे तरंगवाले प्रकाश (उदाहरणार्थ लालकी जगह नीले या कासनी प्रकाश) को इस्तेमाल करें, तो एलेक्ट्रन्-तरंग-कणोंकी गति तेज हो जाती है, चाहे प्रकाश कितना ही क्षीण क्यों न हो। एक्स-रे

एलेक्ट्रॉन्-तरंग-कणकी अपेक्षा छोटी तरंगोंवाली होती है, इसीलिए उसे डालनेपर एलेक्ट्रॉन्-तरंग-कण बहुत ही जवर्दस्त वेगसे निकलते हैं। एलेक्ट्रॉन्-तरंग-कणोंकी चालें प्रकाशगतिका ६६८ या १,८२,६२८ मील प्रतिसेकंड तक हो सकती हैं। लेकिन एलेक्ट्रॉन्-तरंग-कणसे अधिक भार रखनेवाले कणोंकी गति अपने भारके अनुसार कम हो जाती है। हेलियम्का नाभि-कण एलेक्ट्रॉन्-तरंग-कणसे ७४०० गुना बड़ा है और चार प्रोटन् और दो एलेक्ट्रॉनोंसे बना होता है; इसीलिए उसकी चाल १० हजार मील प्रति सेकंड रह जाती है; यद्यपि मात्राकी अधिकतासे दूसरी ओर उसका प्रहार करनेका बल बहुत ही ज्यादा होता है।

(५) कक्षा

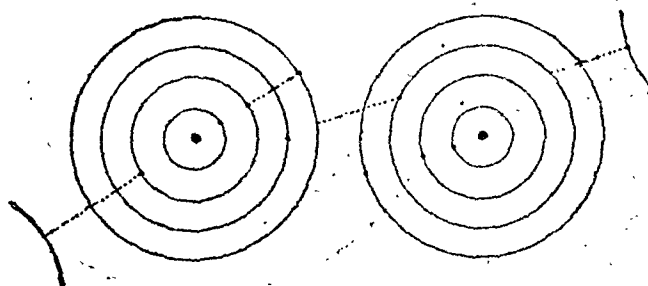
एलेक्ट्रॉन्की कक्षा और उसपर उसकी गतिके बारेमें कुछ और कहनेकी आवश्यकता है। हम कह चुके हैं कि हाइड्रोजन परमाणुमें सिर्फ एक नाभि-कण—जो कि यहाँ एक प्रोटन्—है, जिसके गिर्द एक अकेला एलेक्ट्रॉन् घूमता है। किन्तु दूसरे

परमाणु एकसे अधिक एलेक्ट्रॉनोंवाले होते हैं। उदाहरणार्थ सोडियम्को ले लीजिए, इसमें एक नाभि-कण और १२ एलेक्ट्रॉन् होते हैं। ये एलेक्ट्रॉन् तीन टोलियोंमें अलग-अलग कक्षाओंपर घूमते हैं। इनमें कुछ एलेक्ट्रॉनोंकी टोलीके पथ नाभि-कणके नजदीक पड़ते हैं, दूसरी टोलीके



चित्र २३ (सोडियम्)

पथ कुछ और दूर, अन्तमें हम बाहरी एलेक्ट्रॉन् (या एलेक्ट्रॉनों) के पथ (=कक्षा)पर पहुँचते हैं (चित्र २४) । एलेक्ट्रॉनोंकी यह कक्षायें निश्चित हैं। जैसे रेल पटरी हीपर चल सकती है, वैसे ही एलेक्ट्रॉन् कक्षापर ही घूम सकता है, कक्षाके बीचवाली जगहमें नहीं घूम सकता। कक्षाके खाली होनेपर वह नाभि-कणके पासवाली पहिली कक्षापर जा सकता है, किन्तु उससे आगे नहीं बढ़ सकता। जब हम बाहरी एलेक्ट्रॉन्पर प्रहार करते हैं, तो या तो वह उसे सह लेता है, या अपनी कक्षाको छोड़ बाहर काफ़ी दूर किसी दूसरे परमाणुवाले एलेक्ट्रॉन्की कक्षापर जाकर घूमने लगता है, यदि वह खाली रही। हम अपनी इच्छानुसार एलेक्ट्रॉन् को जिस किसी कक्षापर नहीं डाल सकते, हाँ गणित द्वारा जान सकते हैं, कि वह किन कक्षाओंमें जा सकता है। अब भागे एलेक्ट्रॉन्की पहिली कक्षा खाली रह गई। फिर प्रहार करनेपर दूसरा एलेक्ट्रॉन् अपनी कक्षाको छोड़ता है, किन्तु पासकी कक्षाएँ एलेक्ट्रॉन् सहित हैं, इसलिए वह उनपर न जा, कूदकर उस खाली कक्षापर पहुँच जाता है। एलेक्ट्रॉन्-सहित होनेसे यह बीचवाली कक्षा सजीवसी होती है, और उसके पार करनेमें एलेक्ट्रॉन् तथा उक्त कक्षाकी टक्करसी लगती है। कक्षा और भागते एलेक्ट्रॉन्का पथ एक दूसरेको काटते हुए चौरस्ता या अंग्रेज़ीके एक्स (X) अक्षर जैसा आकार बनाते हैं, इसलिए दोनोंके बहुत ही तीव्र और शक्ति-



चित्र २४. (एक्स-किरण)

शाली घर्षणसे जो किरण पैदा होती हैं, उसे एक्स-किरण या एक्स-रे कहते हैं (चित्र ५५, पृ० १३६में ऐसी ५ एक्स-रे हैं)। इस तरह खाली कक्षाओंको पकड़नेकेलिए एलेक्ट्रनोंको जितनी बार 'सजीव' कक्षाओंको पार करना होता है, उतनी एक्स-रे पैदा होती हैं। यह कार्रवाई तबतक जारी रहती है, जब तक कि परमाणु अपने खोए एलेक्ट्रनोंकी रिक्त कक्षाओंको भर नहीं लेता। इस बीचके समयमें उसका व्यवहार कुछ-कुछ प्रोटन् (धनात्मक विजली जो कि अपनी ओर आकर्षण करनेकी शक्ति रहती है) जैसा होता है।

३. नाभिकण^१

परमाणुका हीर, नाभिकण मात्रामें परमाणुका प्रायः सम्पूर्ण भार है। वस्तुतः परमाणुके भीतर यह एक और छोटासा अणु है, जो हाइड्रोजन-भिन्न परमाणुओंमें अनेक प्रोटनों तथा कितने ही एलेक्ट्रनोंके जोड़से बना है। ये प्रोटन् उसी तरह आपसमें बँधे हैं, जैसे अणुके भीतर परमाणु और परमाणुके भीतर एलेक्ट्रन् और नाभिकण। बल्कि यह कहना चाहिए, कि प्रोटनोंको बाँधनेवाली नाभिकणके भीतर छिपी शक्ति इतनी ज़बर्दस्त है, कि पहिली शक्तियोंसे उसकी तुलना ही नहीं की जा सकती। नाभिकणके फूटनेपर जो शक्ति उससे निकलती है, वह आक्सीजन और हाइड्रोजनकी सम्मिलित शक्तिसे ६० लाख गुना ज़्यादा होती है। नाभिकणके परिवर्तनसे तत्त्वमें परिवर्तन हो सकता है यह हम आगे बतलाएँगे। यदि एक राईभर सीसेको इस प्रकार सोनेमें परिवर्तित किया जा सके, तो ऐसा करनेसे नाभिकणके भीतरसे जो बन्द शक्ति निकलेगी, वह २८ मन कोयलेसे मिलनेवाली शक्ति (अपनेसे दस करोड़ गुना)के बराबर होगी। वह नया बना राईभरसे कमका सोना उतना मूल्यवान् नहीं साबित होगा, जितनी कि यह मुक्त हुई शक्ति।

यदि हम हाइड्रोजनको हेलियमके परमाणुमें परिणत कर सकें, जिसकेलिए हाइड्रोजनके चार प्रोटनोंको दो एलेक्ट्रनोंसे बाँध हेलियमके

नाभिकणके बराबरका बनाना होगा तो ऐसा करनेसे हम एक तत्त्वको दूसरेमें परिवर्तित ही नहीं कर देंगे, बल्कि इससे हमें ७ घंटे तक चलती रहनेवाली दस लाख घोड़ेकी ताकत मिलेगी। प्रोटन् और एलेक्ट्रन् एक दूसरेसे फ़ासिलेपर रहते हैं। यदि दोनों जोड़ दिये जायें, तो विजलीकी एक भारी चमक फैलाकर वे लुप्त हो जायेंगे। किन्तु उससे जो शक्ति मिलेगी, वह अकूत होगी—एक चुटकीभर मिट्टीके नाभिकणोंसे निकली ताकत एक बड़े जहाजको यूरोपसे अमेरिका पहुँचा सकती है। वस्तुतः नाभिकणोंके भीतर बन्द अपार शक्तको मुक्तकर यदि हम अपने अधिकारमें कर सकें, तो हम कलों-कारखानोंको चलानेकेलिए कोयला, तेल, जल-प्रपातकी विजलीकी परतंत्रतासे मुक्त हो जावेंगे। लेकिन अभी हम इस दिशामें आगे नहीं बढ़ सकेंगे। इस ख्यालको मनका लड्डू ही समझना चाहिए।

सबसे छोटा नाभिकण हाइड्रोजन है। यद्यपि मात्रामें वह एलेक्ट्रन्से दो हजार गुना बड़ा है, किन्तु आकारमें उससे छोटा, $\frac{1}{1836}$ नील इंच मात्र। हाइड्रोजनमें प्रोटन् और एलेक्ट्रन् दूर-दूर रहते हैं, किन्तु हेलियम् आदि दूसरे तत्त्वोंमें वे मिलकर नाभिकणको बनाते हैं, कैसे?—यह अभी अज्ञात है। हाइड्रोजनका नाभिकण प्रोटन् कहा जाता है, यह बतला चुके, किन्तु प्रोटन् कोई स्वतंत्र सत्ता नहीं रखता, वह वस्तुतः न्युट्रन् और पाज़ीट्रन्का योग है। इस प्रकार विश्वके मूल परमाणुके भी मूलमें जानेपर वह एलेक्ट्रन्, पाज़ीट्रन् न्युट्रन्का योग है।

§ ४. नाभिकण टूटनेसे निकले कुछ कण, तरंग

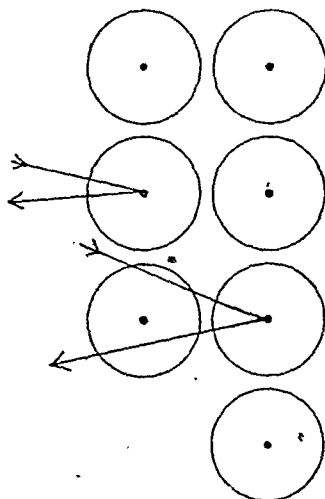
परमाणुकी भारी कक्षापर घूमनेवाले एलेक्ट्रनोंकी संख्या उनके कुछ विशेष गुणोंको बतलाती है। बाहरी कक्षापर १, ४ एलेक्ट्रन् रखनेवाले परमाणु, गुच्छक बनानेमें बहुत तत्पर देखे जाते हैं। २६, २७, २८ एलेक्ट्रन् रखनेवाले परमाणु रेडियो-क्रियावाले होते हैं, अर्थात् उनसे किरणें फूटकर निकला करती हैं। किरणें शरीरावयवका रूप हैं, इसलिए तत्त्वमें भी परिवर्तन होता है। रेडियम् एक रेडियो-क्रियावाली धातु है।

उसका नाभिकण जब टूटता है, तो उससे तीन प्रकारके कण या किरणें निकलती हैं, जिन्हें यूनानीके आरम्भिक अक्षरोंके अनुसार अल्फा-कण, बीटा-कण, और गामा-किरण कहते हैं।

१. अल्फा-कण

अल्फा-कण ४ प्रोटनों और दो एलेक्ट्रनोंका एक स्वतन्त्र परमाणुसा है। हाइड्रोजनके वादवाले तत्त्व हेलियमके प्रोटनों और एलेक्ट्रनोंकी भी यही संख्या है। एलेक्ट्रन् और प्रोटन्की विजलियाँ एक दूसरेकी विरोधी हैं, इसलिए खास दूरीपर रहकर वह एक दूसरेपर नियमन रखती हैं। यदि उक्त चारों प्रोटन् और दोनों एलेक्ट्रन् जुड़ जायें तो अल्फा-कण नष्ट हो जाएगा और उसकी जगह प्रोटन् आ मौजूद होगा, जिसकी कि मात्रा ठीक हेलियमके बराबर होगी।

अल्फा-कण रेडियमसे निकल १०से १५ हजार मील प्रतिसेकंडकी चालसे चलता है। वह बहुत शक्तिशाली होता है, यह बतला आये हैं। परमाणुके भीतरकी हालतका पता लगानेकेलिए रदरफोर्डने इसे तोपका गोला बनाया था। अल्मोनियममें वह एलेक्ट्रन्की कक्षाको पार कर गया, किन्तु ठोस नाभिकणके प्रतिघातसे उसे लौटकर पीछे हटना पड़ा (चित्र २२)। नाभिकणके आकारके नापनेमें, इस प्रत्याघातसे लौटे अल्फा-कणका पर्देपर प्रतिफलन बहुत सहायक सिद्ध हुआ है। अल्फा-कणका तापमान अत्यन्त अधिक है। यदि वह काफ़ी संख्यामें एकत्रित किया जा सके, तो



चित्र २५

¹a-Particle.

तापमान ५० अरब सेंटीग्रेड होगा। इसके सामने सूर्यके केन्द्रका ४ करोड़ डिग्री तापमान कुछ नहीं है। अंधेरेमें दिखाई देनेवाली रेडियमवाली घड़ीमें कुछ कण इसी तापमानके हैं, किन्तु उनकी संख्या इतनी कम है, कि वह हमें कुछ नुकसान नहीं पहुँचा सकते।

२. बीटा-कण

रेडियमके टूटनेपर दूसरी किरण बीटा-कण है, यह मामूली एलेक्ट्रॉन् है।

३. गामा-किरण

तीसरी चीज़ रेडियम नाभिकणके टूटनेपर जो निकलती है, वह है गामा-किरण। यह कण नहीं, बल्कि एक बहुत सूक्ष्म तरंगोंवाली एक्स-रे है। एक्स-रेकी तरंगें इंचका १ करोड़वाँ भाग होती हैं, और गामा-किरण १० खर्ववाँ भाग।

§ ५. न्युट्रॉन्, पोज़ीट्रॉन्

१. न्युट्रॉन्—१९११ ई० तक रदरफोर्ड परमाणुके भीतरी ढाँचे—नाभिकण और एलेक्ट्रॉन्—को रेडियो-क्रिया द्वारा व्यक्त करानेमें सफल हो चुका था।

१९१९ ई० तक जिस तरहके धन-ऋण-विजलीवाले नाभिकण, एलेक्ट्रॉन् मालूम थे, उनके वारेमें रदरफोर्डको सन्देह हुआ, कि इस तरहके कण पृथिवी, तारे आदिके मूल उपादान नहीं हो सकते। वह सोचने लगा—मूल उपादान तत्त्व ऐसा होना चाहिए जो धन, ऋण दोनों प्रकारकी विजलियोंसे मुक्त हो। १९२० ई०में उसने न्युट्रॉन्के अस्तित्वके वारेमें भविष्यद्वाणी ही नहीं की, बल्कि उसकी विशेषताओंका विवरण भी बतलाया। १० वर्ष बाद १९३२ ई०में रदरफोर्डके सहकारी चड्विकने न्युट्रॉन्को खोज निकाला।

रदरफोर्डने यह बतलाया था, कि धन विजलीसे व्याप्त होनेसे प्रोटॉन् द्वारा प्रहार करनेपर नाभिकण रोकनेकेलिए बहुत जोर लगाता है, खासकर उरानियम जैसे तत्त्वके बहुत बड़े नाभिकणके भीतर प्रहार करना

तो बहुत ही मुश्किल है, किन्तु न्युट्रन् दोनों तरहकी विजलियोंसे रहित होनेसे आसानीसे भीतर घुस सकता है। १९३४ ई०में इतालियन साइंसवेत्ता फ़र्मीने कई परमाणुओंका एक दूसरेमें परिवर्तन किया। न्युट्रन् अपनी उक्त विशेषताके कारण उरानियम्के नाभिकणमें घुस गया।

१९३६ ई०के आरम्भमें दो जर्मन वैज्ञानिकों—हान् और स्ट्रासमान्ने प्रयोग करके दिखलाया कि न्युट्रन्की सहायतासे उरानियम्को करीब-करीब बराबरके दो भागोंमें विभक्त किया जा सकता है, और जिस वक्त वह फटता है, उस वक्त उससे एक भारी शक्ति निकलती है, न्युट्रन्में $\frac{1}{3}$ वोल्ट शक्ति होती है, लेकिन वह उरानियम् परमाणुसे २० करोड़ वोल्टकी शक्ति विसर्जित करा सकता है।—अपनी शक्तिसे अरबगुना यह शक्ति कहाँसे आती है ? उरानियम्के दोनों टुकड़ोंको तोलनेसे वह मूल परमाणुसे कुछ कम उतरते हैं। यही खोई हुई भूत-मात्रा आइन्स्टाइनके सिद्धान्तानुसार शक्तिके रूपमें परिणत हो जाती है।

परमाणुका नाभिकण प्रायः न्युट्रन्के मिश्रणसे बना है। जब उरानियम्पर न्युट्रन्से गोलावारी की जाती है, उस समय उरानियम्से कई न्युट्रन् खुल पड़ते हैं। यदि हम उरानियम्के डलेको न्युट्रन्से गोलावारी करें, तो वह उरानियम्के परमाणुओंमेंसे एकको तोड़ देगा, और उसमेंसे चार न्युट्रन् निकलेंगे। ये चारों फिर चार उरानियम् परमाणुओंपर प्रहार करेंगे। इस तरह थोड़ी ही देरमें अनेक उरानियम् परमाणु फटने लगेंगे और उनसे भारी शक्ति फूटने लगेगी।

न्युट्रन्में न एलेक्ट्रन्की ऋणात्मक और न प्रोटन्की धनात्मक विजलियाँ हैं, इसीलिए इसे न्युट्रन् (न-उभय = न्युट्रन्) कहा गया है। न्युट्रन् बहुत जल्दी बदलता रहता है। इसकी सहायतासे सौसे अधिक नये परमाणु बनाये जा चुके हैं, और दिन-पर-दिन उनकी संख्या बढ़ती जा रही है। युकावाकी खोजोंसे साबित हुआ है, कि न्युट्रन् और प्रोटन एक दूसरेमें तब्दील होते रहते हैं।

२. पोज़ीट्रन्—प्रोटन् (हाइड्रोजनका नाभिकण) न्युट्रन् और पोज़ी-

द्रुन्से बना है, यह कह चुके । पोजीट्रन् विजलीकी मात्रामें प्रोटन्के बराबर धनवाला है, और उसकी भूतमात्रा एलेक्ट्रन्के बराबर है ।

§ ६. कुछ परमाणु

स्पिनोजाके मतानुसार तत्त्व वह है, जिसकी सत्ता स्वाधीन है, अर्थात् अपनी सत्ताकेलिए वह दूसरेका मुहताज नहीं । वैशेषिककी व्याख्या भी इससे मिलती-जुलती है । उसने द्रव्यको नित्य और अनित्य दो श्रेणियोंमें विभक्त किया है, जिनमें नित्य द्रव्य परमाणुके रूपमें मिलते हैं । हम अभी बतला चुके हैं, कि जिन परमाणुओंको नित्य, अपरिवर्तनशील, अच्छेद्य माना जाता था, विना घटी-बढ़ी किये जो ईटकी भाँति दुनियाकी सभी वस्तुओंके निर्माता बतलाये जाते थे; वे वस्तुतः वैसे नहीं हैं । हम परमाणुके भीतर विचरते-विचरते न्युट्रन तक पहुँच चुके हैं । नाभिकणोंमें धनात्मक विजली सबसे कम हाइड्रोजनके नाभिकणमें है । एक मानसे २,३.....होते सबसे बड़े परमाणु उरानियमके नाभिकणमें ९२ इकाई धनात्मक विजलीकी है । न्युट्रनमें धन-ऋणका खात्मा हो जाता है, यह बतला आये हैं । इस प्रकार न्युट्रनसे उरानियम तक शून्य (०)से ९२ इकाई तककी धनात्मक विजली है ।

यह भी बतला आये हैं, कि पृथिवीके ऊपरी स्तरका अधिकांश भाग आठ प्रकारके परमाणुओंके योगसे ही बना है । यहाँ हम परमाणुके भीतरी जगत्की विशेष जानकारीकेलिए कुछ परमाणुओंका विवरण दे रहे हैं ।

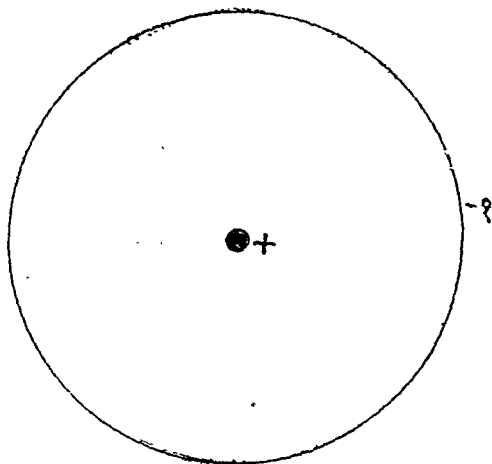
१. हाइड्रोजन

१९वीं सदीके प्रथम पादमें हाइड्रोजन सारे तत्त्वों और सारे पदार्थोंका मूलतत्त्व माना जाता था, किन्तु अब वह बात एक पुरानी कहानीसे अधिक महत्त्व नहीं रखती । हाइड्रोजन सबसे हल्का परमाणु है । इसका भीतरी ढाँचा बहुत सीधा-सादा है—बीचमें नाभिकण है एक इकाई धनात्मक विजली रखनेवाला प्रोटन्, और उसके व्यास १०-^{१०} इंचसे दस हजार गुनी

दूरीपरं उसके इलेक्ट्रॉनके बराबरका ऋणात्मक विजलीवाला एक अकेला एलेक्ट्रॉन् घूम रहा है। एलेक्ट्रॉन्के सिर्फ एक होनेसे हाइड्रोजन उतना सुडौल नहीं होता है। एलेक्-

ट्रॉन्की कक्षा हाइड्रोजन परमाणुकी बाहरी सीमा है, (चित्र २६)।

हाइड्रोजनके नाभिकण में जितनी धनात्मक विजली है, उसके अकेले एलेक्ट्रॉन्में उतनी ही ऋणात्मक विजली है, इस प्रकार पलड़ा बराबर होकर सारा परमाणु लेनेपर वहाँ धन-ऋण किसीका प्रभाव



चित्र २६ (हाइड्रोजन)

नहीं दिखाई पड़ता। नाभिकण बाहरी एलेक्ट्रॉन्से यद्यपि आकारमें छोटा है किन्तु मात्रामें वह उससे दो हजार गुना बड़ा है, और इस प्रकार हाइड्रोजन परमाणुकी मात्रा प्रायः सारी ही उसके नाभिकणकी मात्रापर निर्भर है। ऋणात्मक विजली पास आनेवाली चीजको धक्का दे बाहर फेंक देती है इसीलिए हाइड्रोजनका एलेक्ट्रॉन् उसकी सीमाका ज़बर्दस्त पहरेदार है, यह बतला आये है। अपने आकारकी भाँति ही अपने रश्मिके वर्णमें भी हाइड्रोजन बहुत सीधा-सादा है। यदि त्रिपार्ष्व शीशे द्वारा इसकी किरणको फाड़ा जावे, तो वहाँ दृश्य लालसे लेकर अदृश्य कासनीके परेके वर्णों तक बीच-बीचमें कुछ फ़ासिलेसे पाँच रेखाओंका मुट्ठासा खिंचा मिलता है।

हाइड्रोजनके प्रोटॉन् और एलेक्ट्रॉन्के बीचकी खाली जगह यदि निकल जाये और दोनों जुड़ जायें, तो एक धन-ऋण-विहीन कण बनेगा।

परमाणुओंमें सबसे छोटे हाइड्रोजन और सबसे बड़े उरानियम्की

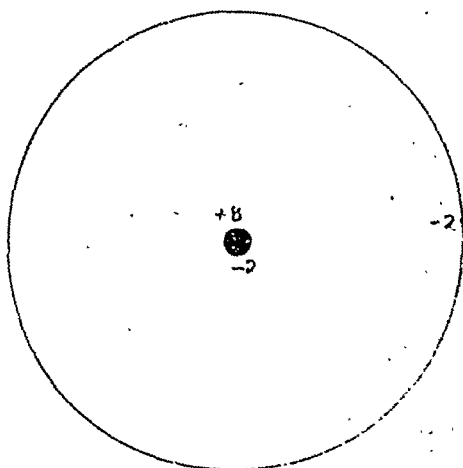
मात्राओंमें १ : २३८का और दोनोंके नाभिकणोंकी घनात्मक विजलियोंमें १ : १०० का सम्बन्ध है। सभी हाइड्रोजन परमाणु विजली, आकार और ढाँचोंमें एकसे होते हैं।

हाइड्रोजनका पता सबसे पहिले कवेन्डिशने १७६६ ई०में लगाया था।

२. हेलियम्

हाइड्रोजनके बाद दूसरा नम्बर हेलियम् परमाणुका है। इसके नाभिकणमें चार प्रोटन् होते हैं और बाहर दो एलेक्ट्रनोंकी एक टोली घूमती है (चित्र २७)। चार प्रोटन् होनेके कारण इसे हाइड्रोजनसे चौगुना होना चाहिए, किन्तु इसकी मात्रा ३.९७ है। एलेक्ट्रन्से वह ७४०० गुना बड़ा है। हेलियम्के नाभिकणमें यदि एक और प्रोटन् घुसाया जाये, तो चारकी जगह ५ प्रोटन् होनेसे उसकी मात्रा या शक्तको बढ़ना चाहिए था, किन्तु देखा जाता है वह पहिलेकी $2\frac{3}{4}$ रह जाती है।

हेलियम्का नाभिकण अल्फा-कणके बराबर है, यह बतला चुके हैं। १० हजार मील प्रति-सेकंडकी चालसे दौड़ लगानेवाले तथा $\frac{1}{10}$ खर्व इंच आकारके कणके जानेके रास्तेका चित्र लेना बहुत असम्भवसा मालूम हो रहा था। इस समस्याको १९११ ई०में प्रोफ़ेसर टी० आर० विल्सनने हल किया।



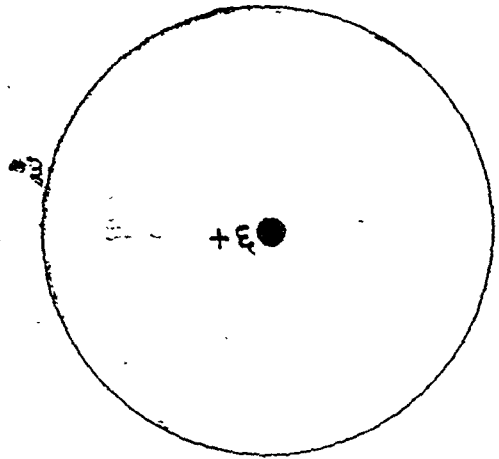
चित्र २७ (हेलियम्)

प्रहार करनेपर बाहरी एलेक्ट्रन कक्षा छोड़ भाग निकलता है। विल्सनने

कणके भागनेके रास्तेको गीला कर दिया । मगर कण इस आर्द्र भागको अपनी गर्मीसे भाप बना फैलने लगा । फिर वह भाप ठंडे हो रहे कणपर लिपट गई । अब कण बड़ा था, और उसका चमकीला रास्ता फोटोमें लाया जा सकता था । प्लेट फोटो-चित्र ऐसा ही फोटो है ।

३. लिथियम्

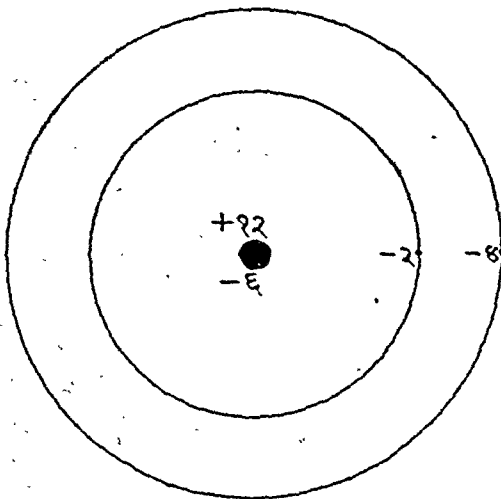
इसके छै प्रोटन्के वरावरके नाभिकणकी घनात्मक विजलीका नियमन करते हुए ३ एलेक्ट्रन् घूमते हैं (चित्र २८)।



चित्र २८ (लिथियम्)

४. कार्बन्

पत्थरका कोयला अधिकांश कार्बन् ही है । इसके नाभिकणमें १२ प्रोटन् और ६ एलेक्ट्रन् हैं । नाभिकणके बाहर ६ एलेक्ट्रन् दो टोलियोंमें हैं, जिनमें बाहरी टोली ४ एलेक्ट्रनोंकी है (चित्र २९) । एलेक्ट्रनोंकी मात्रा नगण्यसी है, इसलिए परमाणुकी मात्रा उसके नाभिकणपर निर्भर करती



चित्र २९ (कार्बन्)

है। कार्बनमें १२ प्रोटन होनेसे उसे हाइड्रोजनके नाभिकण (प्रोटन्)से $12 \times 12 = 144$ गुना होना चाहिए, किन्तु वह होता है १२.००३ गुना। वाक्की ०.६३ घनात्मक विजली, नाभिकणकी गाँठ वाँधनेमें खर्च हुई है। इसके १२ प्रोटनोंका विश्लेषण करनेपर वे ६ न्यूट्रॉन् और ६ प्रोटनोंसे बने मालूम हुए। अपनेसे नीचेके परमाणु वीरोनसे इसमें एक ज्यादा एलेक्ट्रॉन् है और ऊपरके नाइट्रोजनसे १ कम; तो भी गुच्छक बनानेमें इसकी अद्भुत शक्ति है। इसके बाहरी चारों एलेक्ट्रॉन् जान पड़ते हैं, फन्दा लिए खड़े हैं, और अनुकूल परमाणुको उधरसे गुजरता देख फन्दा फेंककर फँसा लेते हैं। कार्बनके मिश्रणों या योगोंके बारेमें आगे अभी कहना है। कार्बन धातु और अ-धातुकी सीमापर है। इसकी एक तरफ़ आकर हाइड्रोजन आदि अधातु तत्त्व खतम हो जाते हैं और दूसरी तरफ़ धातुएँ शुरू होती हैं। इसी तरह इसके एक तरफ़ जीवहीन जगत् है, और दूसरी ओर यह खुद सजीव जगत्की तैयारीमें ईंट-गारेका काम देता है।

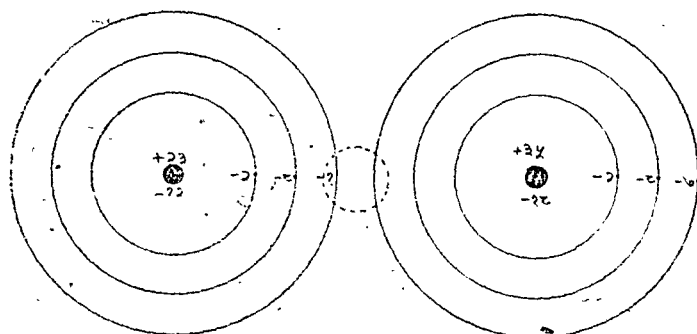
५. सोडियम

यह शुद्ध सोडा है। इसके नाभिकणमें २३ प्रोटन् और १२ एलेक्ट्रॉन् हैं। बाहर २,८ की दो टोलियोंमें दो कक्षाओं और सबसे बाहर सीमान्तपर एक एलेक्ट्रॉन् (चित्र ३०) हैं।

६. क्लोरिन्

क्लोरिन् एक जहरीला तत्त्व है, जिसके नाभिकणमें ३५ प्रोटन् और १८ एलेक्ट्रॉन् हैं। बाहर २,८,७की तीन टोलियोंमें एलेक्ट्रॉन्की कक्षाएँ हैं (चित्र ३०)। सबसे बाहरवाले सात एलेक्ट्रॉन् सीमा-रक्षक हैं। क्लोरिन्के परमाणुकी एक और भी किस्म है, जिसके नाभिकणमें ३७ प्रोटन् और २० एलेक्ट्रॉन् होते हैं।

सोडियमकी वाहरी कक्षाका एकाकी एलेक्ट्रन् अकेला फिरते-फिरते ऊबसा गया मालूम होता है; और उधर क्लोरिन्की वाहरी टॉलीके



(सोडियम्)

चित्र ३०

(क्लोरिन्)

सातमें छैसे एकका कुछ मनमुटावसा मालूम होता है। ऐसी अवस्था-में जब सोडियम् और क्लोरिन्के परमाणु इकट्ठा होते हैं, तो वाहरी सात और एक एलेक्ट्रन् मिल जाते हैं। दोनों परमाणु अपनी वाहरी कक्षाको ८ एलेक्ट्रनोंवाली मान लेते हैं, और एक हो नमकके रूपमें परिणत हो जाते हैं। अब न क्लोरिन् युद्धमें इस्तेमाल होनेवाली जहरीली गैस रह जाती है, और न सोडियम् पानीमें रखनेपर आग लगा देनेवाला पदार्थ; दोनोंके मेलसे एक तीसरी ही चीज—हमारे खानेका नमक—तैयार हो जाता है।

७. पोटासियम्

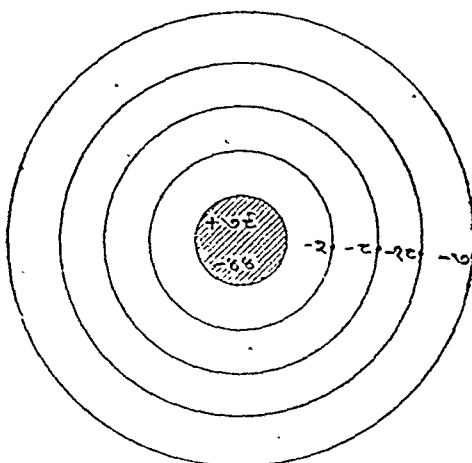
इसके नाभिकणमें ३९ प्रोटन् और २० एलेक्ट्रन् होते हैं (चित्र ३१)। धनात्मक इकाई $३९ \times १.००८ = ३९.३१२$ न हो सिर्फ ३९.१ होती है, शेष ०.२१२ केन्द्रकी गाँठ बाँधनेमें खर्च हुआ है। स्मरण रहना चाहिए,

जहाँ तक दूसरे परमाणु-से सन्धि-विग्रहका सम्बन्ध है, वह सिर्फ बाहरी कक्षाके एलेक्ट्रनोंके हाथ में है। सोडियमकी भाँति ही पोटसकी भी बाहरी कक्षामें एक अकेला एलेक्ट्रन् रहता है, इसीलिए दोनोंमें कुछ समानताएँ हैं।

८. ब्रोमिन्

इसके नाभिकणमें ७६ प्रोटन् और ४४ एलेक्ट्रन् हैं। बाहर २, ८, १८, ७ एलेक्ट्रनोंकी टोलियाँ

चित्र ३१ (पोटसियम)

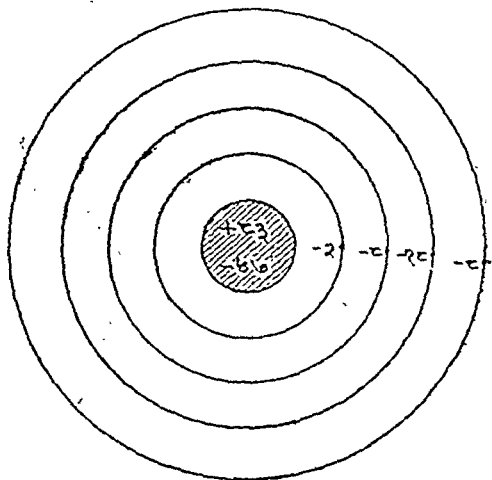


चित्र ३२ (ब्रोमिन्)

घूम रही हैं। सबसे बाहर सातकी टोली है (चित्र ३२)। रसायनशास्त्रका मुख्य प्रयोजन परमाणुओंकी सन्धि, विग्रहकी शक्तिसे है और हम बतला चुके हैं, कि इसकी सारी जिम्मेवारी बाहरी एलेक्ट्रनोंपर है। क्लोरिन्की भाँति इसके बाहरी एलेक्ट्रनोंकी सात संख्या दोनोंको कितनी ही समानता प्रदान करती है।

६. क्रिप्सन्

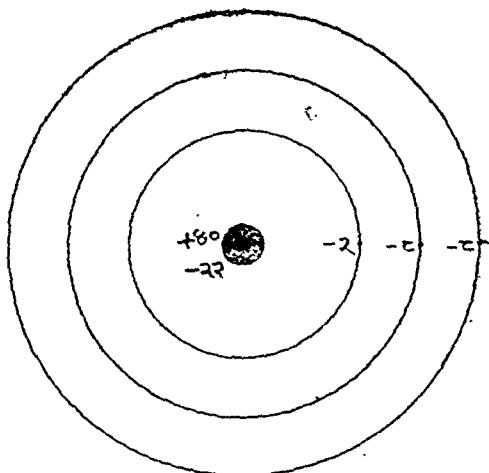
नाभिकणमें ८३ प्रोटन तथा ४७ एलेक्ट्रन् हैं, और ८, ८, १८, ८, की चार एलेक्ट्रन् टोलियाँ गोलके गिर्द चक्कर लगाती हैं (चित्र ३३) । कह आये हैं कि बाहरी कक्षामें एक और सात एलेक्ट्रन् रखनेवाले परमाणु मेल-मिलाप-परायण होते हैं; लेकिन २, ८, १८ वाले उतने ही इसमें त्रिष्विक्रिय और वे-मुरव्वतसे मालूम होते हैं, मानो वे एक पत्नी-वाले जोड़े हैं ।



चित्र ३३ (क्रिप्सन्)

१०. अर्गॉन्

इसके नाभिकणमें ४० प्रोटन् और २२ एलेक्ट्रन् हैं । २, ८, ८ की तीन टोलियोंमें एलेक्ट्रन् चक्कर लगा रहे हैं (चित्र ३४) । सबसे बाहरी खोलमें उनकी संख्या ८ है । २, ८, १८, एलेक्ट्रन् खोलवाले परमाणु निर्मम होते हैं, यह



चित्र ३४ (अर्गॉन्)

वतला आये हैं। अर्गोन् भी इस वातमें हेलियमसे समानता रखता है।

§ ७. परमाणुओंसे पदार्थोंकी रचना

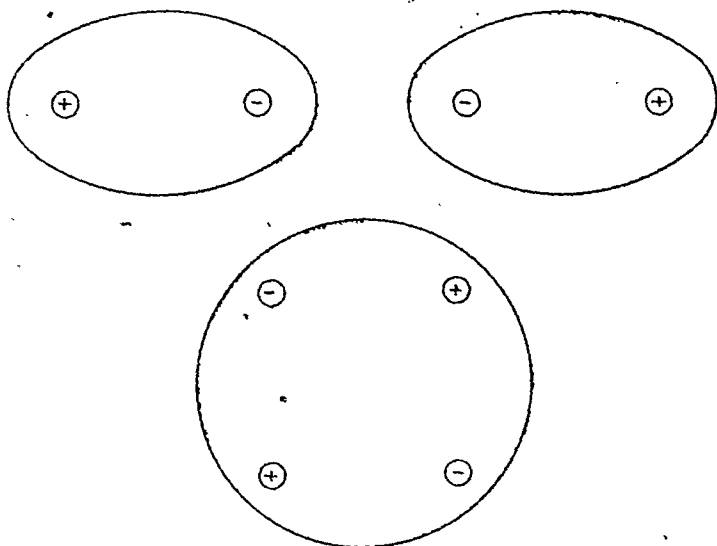
१. अणु

अनेक परमाणुओंका सबसे छोटा गुच्छा अणु है। पिंडके भीतर—शान्त जल, 'अचल' हीरे तकके भीतर—अणु निरन्तर गति करते रहते हैं, और गति भी साधारण नहीं, ६६० मील प्रतिघंटेके वेगसे, जब कि तेज हवाका वेग सिर्फ १६ मील प्रतिघंटा होता है। अणुका भार उतना ही होता है, जितना कि उसके बनानेवाले परमाणुओंका, और उन्हींकी संख्याके अनुसार उसका आकार भी होता। हाँ, गुणमें अवश्य परिवर्तन होता है, जैसा कि सोडियम और क्लोरिनके परमाणुओंसे बने नमकके अणुके बारेमें अभी कह आये हैं।

विश्वकी जो विचित्रता हमें दिखलाई दे रही है, वह परमाणुओं और उनके विधायक प्रोटनों तथा एलेक्ट्रनोंके योगसे है। यदि प्रोटन् और एलेक्ट्रन् मिश्रित न होते, तो प्रोटन् और एलेक्ट्रन्की गैसें भले ही मिलतीं, किन्तु विश्वमें गैसोंको छोड़ दूसरी कोई चीज नहीं दिखाई पड़ती। लेकिन ऐसा नहीं है, प्रोटन् और एलेक्ट्रन् मिश्रित होते हैं, हाइड्रोजनमें वह एक दूसरेसे इतने समीप रहते हैं, कि दोनोंकी एक दूसरेसे विरोधी (धनात्मक ऋणात्मक) विजलियाँ उलझकर धनऋणके भावको छोड़ एक हो जाती हैं; और इस प्रकार धनात्मक ऋणात्मक विजलियोंका प्रभाव परमाणुकी सीमाके बाहर नहीं जाने पाता। इस तरहकी साम्य-प्रवस्थामें एक परमाणु दूसरे परमाणुके पास निस्संकोच जा सकता है; और जैसा कि पहिले कहा गया है, अपनी वाहरी कक्षापर अनुकूल संख्यावाले एलेक्ट्रनोंके होनेपर गठ-बंधन भी हो सकता है; जिससे अणु, अणुगुच्छक^१, पिंड आदि बन सकते हैं।

^१ Colloid.

दो हाइड्रोजन परमाणुओंसे बनेवाले हाइड्रोजन अणुकी ओर जरा देखिए। हाइड्रोजनके पास सिर्फ एक एलेक्ट्रॉन् नाभिकणकी चारों ओर घूमता है, इसीलिए वह उतना सुडौल नहीं होता, जितने कि अनेक एलेक्ट्रॉन्वाले दूसरे परमाणु। हाँ, दो हाइड्रोजनोंके मिलनेपर, दो दीर्घ वृत्तोंके योगसे बने वृत्तकी भाँति वह अधिक सुडौल हो जाता है (चित्र ३५)। वैसे तो जब काल प्रत्येक भौतिकतत्त्वका एक अभिन्न अंग है, तो पूर्ण सुडौल वृत्त आदि वास्तविक नहीं हो सकते। वैसे भी अणु प्रायः सुडौल नहीं होते। हाइड्रोजन जैसे मेल-मिलापकी प्रवृत्ति रखनेवाले परमाणु पास आनेपर एक दूसरेसे मिल जाते हैं, यदि कोई बाधा न हो। मिले



चित्र ३५

हुए हाइड्रोजन परमाणु एक दूसरेसे अलग नहीं होना चाहते। यदि ताप बढ़ाया जाये, तो वह एक दूसरेके ऊपर चक्कर काटते, भरसक साथ रहनेकी कोशिश करते हैं। हाँ, जब ताप बहुत अधिक हो जाता है, तो

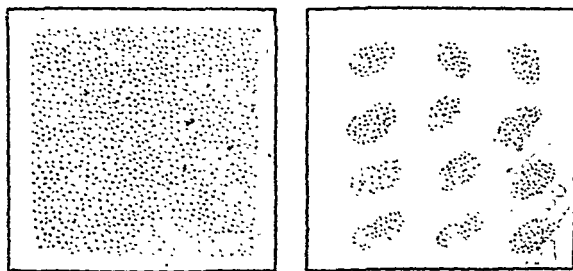
उनकी मेल-मिलापवाली शक्ति क्षीण हो जाती है, उनका हिलना बहुत तीव्र हो उठता है, और दोनों तेजीके साथ उड़कर अंधाधुंध एक दूसरेको धक्का दे दौड़ने लगते हैं। उस वक्त उनकी उस मेल-मिलापवाली शक्तिका कहीं पता नहीं मालूम होता। इस तरह हाइड्रोजनकी तीन अवस्थाएँ हैं—मेल-मिलापकी तीव्रता, मन्दता और अभाव, इन्हींके अनुसार हम उसे ठोस, तरल और गैसकी अवस्था में पाते हैं।

अणुओंपर जब प्रकाशकी किरणें पड़ती हैं, तो वे हिलने लगते हैं—प्रकाशमें भार, दबाव है यह पहिले कहा जा चुका है। जब एक अणु अपने पास आये प्रकाशको बिना बदले उसी रूपमें पड़ोसीके पास पहुँचा देता है, तो उसे पारदर्शक कहते हैं—जैसे शीशा और स्फटिक। कोई-कोई परमाणु सिर्फ एक ही वर्णक प्रकाशके साथ ऐसा कर सकते हैं, ऐसी अवस्था में वह सिर्फ एक रंगके पारदर्शक होते हैं। यह साफ है कि प्रकाशके सातों रंगोंमें जिस रंग या रंगोंको वह अपने साथियों तक पहुँचा सकता है, वही उस पारदर्शकका रंग होगा। लाल शीशा सिर्फ लाल, और हरा सिर्फ हरी प्रकाशकिरणको पड़ोसीके पास पहुँचानेका अपनेको जिम्मेवार समझता है, इसलिए उनमें एक ही रंग दिखलाई पड़ता है।

२. अणु-गुच्छक^१

अणुगुच्छक अणुओंसे बड़े किन्तु बालुकणसे छोटे, 10^{-7} से 10^{-9} इंच व्यासके होते हैं। इनमें कुछ दर्जनसे हजारों अणु तक होते हैं। ये एक आकारके नहीं होते, कोई इनमें छोटे होते हैं, कोई उनसे कई गुने बड़े। हाइड्रोजन परमाणुको हमने देखा, वह कितना सीधा-सादा है। ऊपरवाले परमाणु जैसे-जैसे और पेचीदा होते जाते हैं, अणुओंमें पेचीदगी और बढ़ती जाती है। विश्वमें इतने वैचित्र्यका कारण, अणु-

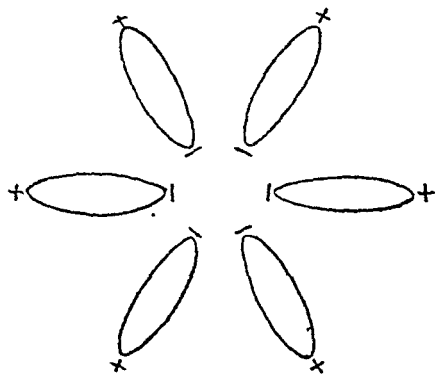
^१Colloid.



चित्र ३६

गुच्छकोंकी यही पेचीदगी है, जिससे कि वे जीवनके आधार बनते हैं, और अगली सीढ़ीपर जीवन सम्भव हो जाता है ।

ऊपरके रेखाचित्र (३६) की तरह अणुगुच्छक कितनी ही बार तितर-वितरसे दीखते हैं, और कितनी ही बार उनके भ्रुमुट या गुच्छे—अणुओंके नहीं अणुगुच्छकोंके से । यही खास कारण है, जिससे लम्बोतर अणु ऋणात्मक छोरपर इकट्ठे हो जाते हैं (चित्र ३७) । इस तरह इकट्ठे हुए अणुओंके बाहरकी ओर धनात्मक छोर होनेके कारण वे उस तरहकी बिजलीके घिरावेमें रहते हैं; और धनात्मक बिजलीसे घिरे दूसरे अणु-गुच्छकको अपने पास नहीं आने देते । एक बार इस तरहके गुच्छक बन जानेपर वे स्थायीसे बने रहते हैं, क्योंकि बाहरकी धनात्मक बिजलीका घिरावा भी इन संबद्ध अणुओंको विखरनेसे रोकता है ।



चित्र ३७

यदि हम साधारण नमकका पानी इन लटकते हुए अणु-गुच्छकोंपर डालें, तो वे पानीमें घुल जायेंगे। नमक बनाने वाले सोडियम् और क्लोरिनके अणुओंमेंसे सोडियम्के ऋणात्मक विजलीवाले कितने ही परमाणु, क्लोरिनके कितने ही धनात्मक परमाणुओंसे संबंध तोड़ लेते हैं। यह संभव है, कि ऋणात्मक विजलीवाले सोडियम् परमाणु धनात्मक विजलीवाले अणुगुच्छकोंके किनारे जमा हो जावें, और इस तरह गुच्छकके बाहर जो विजलीकी रक्षक खोल था, वह नष्ट हो जावे। ऐसी अवस्थामें सारे अणुगुच्छक कण एक दूसरेसे सटकर एक डला-सा वन सभी वर्तनके नीचे बैठ जायेंगे।

गंगा-सागर और दूसरी नदियोंके डेल्टामें समुद्रके मुँहपर जितनी मिट्टी जमा हो रही है, वह उस मिट्टीसे कहीं ज्यादा होती है, जो कि पानीके साथ पंकके रूपमें वहकर आ रही है। इसकी सच्चाईका प्रता आसानीसे मालूम हो सकता है, यदि मुहानेसे कुछ ऊपर पानीको थिरकर मिट्टीकी नाप ले ली जाये। डेल्टामें जमा होनेवाली इतनी मिट्टी कहाँसे आती है? आती पानी ही के साथ है, किन्तु कीचड़की शकलमें नहीं। वह बहुत सूक्ष्म अणुगुच्छकोंकी शकलमें पानीसे लटकती हुई आती है। समुद्रके मुँहपर पहुँचनेपर समुद्रका पानी नदीके पानीसे मिलता है। ऊपर बतलाये तरीकेसे सोडियम् और क्लोरिनके परमाणु अलग हो मिट्टीके अणुगुच्छकोंके बाहरी खोलको तोड़ देते हैं, और अन्तमें मिट्टीके ये अणु-गुच्छक इकट्ठे हो डले वन भारी होनेके कारण पानीके नीचे बैठ जाते हैं। ये अणु-गुच्छक समुद्रसे दूरवाले नदीके पानीमें छोटे होनेसे हलके थे, इसलिए थिराते वक्त पानीके नीचे नहीं बैठे थे।

अणुगुच्छकोंकी इस विशेषताका प्रयोग कितनी ही जगहोंपर देखा जाता है। इनका रहस्य न जाने भी प्राचीन कालमें लोग इनका प्रयोग करते थे। आजकल पत्थरकी पटिया फाड़ने या दूसरे कामकेलिए जिस तरह वारूदका प्रयोग होता है, हजार वर्ष पहिले वैसा नहीं हो सकता था, क्योंकि वारूद उस समय अज्ञात थी, पाँच हजार वर्ष पहिले भी मिश्री लोगोंने अपने पिरामिडोंको बनानेमें वड़े-वड़े पत्थरोंको इस्तेमाल किया

है। वारुद छोड़ उनके पास तो लोहा भी नहीं था, फिर ऐसी हालतमें इतने बड़े पत्थरोंको चट्टानोंसे अलग कैसे कर सके ? बात यह थी—वे पीतल या ताँबेकी छिन्नीसे काटकर चट्टानमें पहिले सूराख बनाते थे, फिर सूखी लकड़ीके पच्चरोंको सूराखोंमें घुसा देते थे। इसके बाद इन पच्चरोंको भिगोते थे। लकड़ीके सेलूलस^१ (लकड़ीके निर्मापक क्षुद्र सेलोंका पतला खोल, जो बहुत चिम्मड़ होती है)के अणुगुच्छक पानीके अणुओंको जोरसे पकड़कर अपनी ओर खींच लेते हैं, लकड़ी फूल जाती, और अवकाश देनेके लिए पत्थरको फटना पड़ता।

अणुगुच्छकोंको इस प्रकार एक तरफ़ विजलीवाला छोर मिल जाता है और दूसरे छोरकी विजली बाहरी सीमापर घेरा डाल आन्तरिक गड़बड़ी और बाह्य बाधासे रक्षा करती है। ये गुण मालूम हो जानेपर अब उसके द्वारा बहुतसे अज्ञात कारणोंकी व्याख्या और बहुतसे कामोंमें उनका उपयोग होने लगा है। लंदनमें इतना कुहरा क्यों जमा रहता है ? चूल्होंमें जलते कोयलेका तेलवाला भाग धुंदमें लटकते जलके अणु-गुच्छकोंको ढाँककर उन्हें स्थिरता प्रदान करता है, और इस प्रकार वे डला वन भारी हो गिरते नहीं, बल्कि हवामें लटकते हुए कुहरेको स्थिर कर देते हैं।

साबुन क्यों हाथके मैलको साफ़ कर देता है ? साबुनके अणु-गुच्छक मैलके पास पहुँच उससे उसी तरह चिमट जाते हैं, जैसे सूखी लकड़ीका सेलूलस पानीके गुच्छकोंसे चिपटा था। इस प्रकार मैलके सूक्ष्म कण बड़े डलोंका रूप ले लेते हैं, जिससे पानी उन्हें आसानीसे धो सकता है।

अणुगुच्छक जीवनयंत्रके निर्माणमें कैसे उपयोगी होते हैं, इसकी परीक्षा हालमें उपसला विश्वविद्यालयके प्रोफ़ेसर स्वेडबेर्गने की है, उन्होंने प्राणधारी शरीरकी चीजों—अंडेकी सफ़ेदी, रुधिरके रक्त-कणको ले अत्यन्त शक्तिशाली 'आमक-यंत्र'^३में घुमाया। इस यंत्र (देखो फोटो-चित्र

^१ Cellulose. ^२ Haemoglobin. ^३ Ultra-Centrifuge.

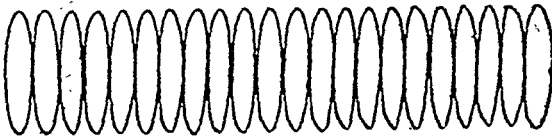
१०)में एक फ़ौलादी चक्का होता है, जो कि बहुत तेज़, एक मिनटमें ४५००० चक्करकी गतिसे घुमाया जा सकता है। उसका घूमना चक्केके छेदमें रखी चीज़को हमारे साधारण गुरुत्वाकर्षणसे सवा चार लाख गुनी शक्तिसे प्रभावित करता है। तरल वस्तुमें लटकते अणु-गुच्छक जो तलछट बनकर नीचे बैठते हैं, वह गुरुत्वाकर्षणके खिंचावके कारण ही वैसा करते हैं। जब हम पृथिवीके गुरुत्वाकर्षणसे सवालाख गुनी ताकतको इस्तेमाल करेंगे, तो तलछट जमानेकी ताकत भी उसी प्रकार बढ़ेगी। इस प्रयोगसे हम मालूम कर सकते हैं, कि किस प्रकारके अणु-गुच्छक कितनी मात्राके गुरुत्वाकर्षणको बर्दास्त कर सकते हैं, और तलछटके रूपमें नीचे नहीं बैठते। साधारण शीशेकी नलीके पानीमें लटकते अणु-गुच्छक (नली और पानीके बिल्कुल स्थिर होनेके कारण) सिर्फ़ धरतीके गुरुत्वाकर्षण द्वारा ही नीचे बैठनेकेलिए मजबूर होते हैं। भ्रामक-चक्र जब सवालाख गुनी गुरुत्वाकर्षण शक्तिसे वह काम करने लगता है, तो अणु-गुच्छकोंकेलिए उसका मुक्काविला करना आसान काम नहीं होता। इस तरीकेसे स्वेडवर्गने पता लगाया है, कि प्राणधारियोंके शरीरकी भिन्न-भिन्न चीज़ोंमें अणु-गुच्छककी मात्रा कितनी है। इस प्रयोगसे मालूम हुआ है कि प्राणिशरीर बनानेवाले पदार्थोंकी मात्रा ३४,५०० (यहाँ आक्सीजनकी मात्राको १६ मानी गई है), या उसके २,३,६ या अधिक संख्याओंका गुणन-फल है। जिससे सिद्ध हुआ कि प्राणिशरीर जिन कणोंसे बना है, उनका अणु-भार ३४,५०० है। गोया हमारे शरीरकी जो ईंटें हैं, वे आक्सीजनसे $\frac{३४५००}{१६} = २१५६\frac{१}{४}$ गुनी भारी हैं।

स्वेडवर्गकी प्रक्रियाका प्रयोग हालमें केश, सींग और नाखूनपर किया गया है। यह चीज़ें जिस पदार्थसे बनी हैं, उसे 'केराटिन्' कहते हैं। आस्टबरीने एक्स-रेसे परीक्षा करके पता लगाया, कि केराटिन् दो

* Keratin.

प्रकारकी होती है, जिसे यूनानी अक्षरोंमें अल्फा-केराटिन् और बीटा-केराटिन् कहते हैं। अल्फा-केराटिन्के अणु लचक रखते हुए एक दूसरेसे जुड़े रहते हैं। केश अल्फा-केराटिन्से बने हैं, इसीलिए वे इतने लचकदार होते हैं। बीटा-केराटिन्के अणु बहुत कड़ाईके साथ एक दूसरेसे बँधे रहते हैं, इसीलिए उनमें लचक नहीं होती। सींग और नाखून बीटा-किराटिन्से बने हैं। इन दोनों प्रकारकी केराटिनोंको एक दूसरेमें बदला जा सकता है। बालोंमें स्थायी लहर निकलवाना अल्फा-केराटिन्को बीटामें बदलना है, जिसे एक गर्म धातुके टुकड़ेके द्वारा किया जाता है। हिरन और बकरीकी सींगोंमें एक तरहकी स्थायी लहरें प्रकृतिने ही निकाल रखी हैं, हम केशोंमें, मानो उसकी नकल कर रहे हैं। पानी, खासकर गर्म पानी से भीगनेपर नाखून बीटासे अल्फा-केराटिन् बनने लगता है। आस्टवरीने केराटिन्के अणुओंकी परीक्षा की तो मालूम हुआ कि उनका परमाणु-भार ३४,५०० है। स्वेडवेर्गके सिद्धान्तकी पुष्टि एक्स-रे और अतिशक्ति भ्रामक-यंत्र दोनों एक स्वरसे कर रहे हैं।

अणुगुच्छकोंका गुच्छेके रूपमें परिणत होना अणुओंके भीतरकी ऋणात्मक-धनात्मक विजलीवाले दोनों छोरोंके मिलने और दूर हटनेके कारण है; यह बतला चुके हैं। तेल क्यों पानीपर तैरता है? क्योंकि तेलके अणुओंका एक सिरा पानीसे जुड़ता है, और दूसरा दूर हटता है। यह जुड़ना-हटना दो प्रकारकी विजलियोंके कारण है। पानीपर तेलके अणु



चित्र ३८

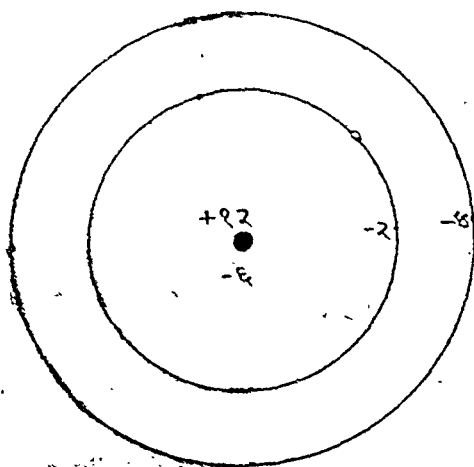
सिपाहियोंकी तरह पाँतीसे (चित्र ३८) खड़े हैं, उनके सिर्फ पैर पानीको छू रहे हैं। यदि किसी तरीकेसे पानी और तेलके अणुओंके सिरेको मिलाने-

वाली बिजलीके बन्धनको शिथिल कर दिया जाये, तो तैरनेवाले अणु डूबकर मिश्रित हो सकते हैं। अमिश्र पदार्थको मिश्र बनानेमें यही युक्ति काममें लाई जाती है।

अणु-गुच्छक हमें वहाँ पहुँचा देते हैं, जहाँसे जीवन आरम्भ होता है, यह हम कह आये हैं। जीव और अजीवके बीचके सेतु हैं, छत्रसे पार होनेवाले विरस्; ये अणु-गुच्छकोंकी ही एक किस्म हैं। विरस्के बारेमें हम आगे कहेंगे।

§ ८. कार्बनके योग

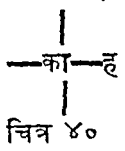
जो अणुगुच्छक जीवनके निर्माणकी ईंटें हैं, वे कार्बन्की सहायतासे ही बनते हैं। हम कह आये हैं कि परमाणुओंको एक दूसरेसे मिलानेका काम उसके गिर्द घूमनेवाले एलेक्ट्रनोंकी बाहरी टोलीके हाथमें है; और यह भी कि २, ८, १८की टोलियाँ बड़ी निर्मम होती हैं, वह मेल-मिलाप नहीं अलग-अलग रहनेको ज्यादा पसन्द करती हैं। कार्बनकी बाहरी



चित्र ३६

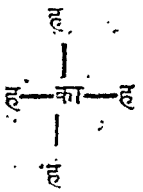
टोलीमें चार एलेक्ट्रन् हैं, जो पास-पड़ोसपर छापा मारना अपना कर्तव्य समझते हैं। जहाँ भी कोई कामकी चिड़िया (परमाणु) पाससे गुजरी कि उन्होंने उसपर झपट्टा मारा। फैलती हुई बेलें जैसे अपने फंदों (रेशों) को पहिले फेंकती हैं, और जहाँ ही उन्हें कोई सहारेकी चीज मिली, कि उसे लपेटकर उन्होंने उसपर चढ़ना शुरू किया। (चित्र ३६)में कार्बन (का)के चार बाहरी एलेक्ट्रनोंको बाहरी परिधि (परमाणुकी सीमा)पर दिखलाया गया है। ये चारों शिकार—चाहे मेल-मिलाप कह लीजिए—की ताक या 'प्यास'में व्यग्र हैं। उनकी यह प्यास तब तक नहीं बुझती, जबतक वह किसी संगीको पा नहीं जाते। मान लो उनके पाससे एक हाइड्रोजन परमाणु गुजरता है। हाइड्रोजन परमाणुकी सीमापर सिर्फ एक एलेक्ट्रन् है। यह निश्चय है, कि यदि पड़ोसीको प्यास न हो, तो सिर्फ एक हाथसे ताली नहीं बजती। कार्बन (का)का एक एलेक्ट्रन् हाइड्रोजन (हा)के इस अकेले एलेक्ट्रन्से मेल करता है (चित्र ४०)।

अब यह दो परमाणुओंसे बना अणु बन जाता है। रसायनशास्त्री प्यासे एलेक्ट्रनोंको चक्केके आरेसे प्रकट करते हैं। कार्बनके पास चार प्यासे एलेक्ट्रन् हैं, इसलिए (का)की चारों ओर चार रेखाएँ खींचते



चित्र ४०

हैं (चित्र ४०)। हाइड्रोजनके पास एक प्यासा एलेक्ट्रन् है, इसलिए उससे निकलनेवाली सिर्फ एक रेखा है। कार्बनके पास जब एक हाइड्रोजन आया, तो हाइड्रोजनकी प्यास तो शान्त हो गई, किन्तु कार्बनके सिर्फ एक एलेक्ट्रन् हीकी प्यास बुझी, बाकी तीन अब भी प्यासे हैं, जैसा कि चित्र ४०में दिखलाया गया है, यदि कार्बनके पास चार हाइड्रोजन आयें, तो उसके सारे प्यासे एलेक्ट्रन् तृप्त हो जावेंगे (चित्र ४१)। किन्तु यहाँ वह पाँच परमाणुओंका गुच्छक (मेथेन गैस) दलदलसे



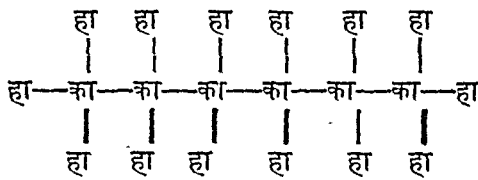
चित्र ४१

निकलनेवाली हवा) बनकर यहीं तक सीमित हो जावेगा। यदि ऐसे परमाणु आकर मिलें, जिनके कुछ एलेक्ट्रन प्यासे ही रहे जायें, तो गुच्छकमें परमाणुओंकी संख्या बहुत ज्यादा की जा सकती है। जैसे यदि दो कार्बन मिलाये जायें (चित्र ४२), तो उनके एक-एक एलेक्ट्रन तो तृप्त हो जावेंगे, किन्तु इस गुच्छकमें छै एलेक्ट्रन प्यासे रह कर अपनी जमातको बढ़ानेकी कोशिश करेंगे। इस तरहके प्यासे एलेक्ट्रनोंकी संख्या बहुत दूर तक बढ़ सकती है, (चित्र ४३)।

इन परमाणुओंकी भीतरी बनावटको संक्षेपमें लिखनेकेलिए रसायनशास्त्रने एक खास प्रक्रिया निकाली है। हर एक परमाणुका अपना संकेत है, जैसे कार्बन—का, हाइड्रोजन—हा, आक्सीजन—आ। किसी गुच्छकमें जब एक परमाणु एकसे अधिक संख्यामें आता है, तो उसके आगे नीचेकी ओर उस संकेत संख्याको लिख देते हैं, जैसे चित्र ४० का सूत्र होगा क ह। जल दो हाइड्रोजन और एक आक्सीजन परमाणुसे बना है, इसे चित्रमें हा-आ-हा और सूत्रमें हा_२ आ लिखते हैं। ये सूत्र और उनके चित्र सिर्फ कल्पनापर नहीं, बल्कि प्रयोगपर निर्भर हैं। एक परमाणुके पास कितने प्यासे एलेक्ट्रन हैं, यह प्रयोग ही बता सकता है। फिर गुच्छेमें ज्यादासे-ज्यादा उतने ही परमाणु आवेंगे, जितने कि उसमें प्यासे एलेक्ट्रनोंकी संख्या है, जैसे का हा गुच्छकमें कोई प्यासा एलेक्ट्रन न होने से दूसरा परमाणु नहीं आ

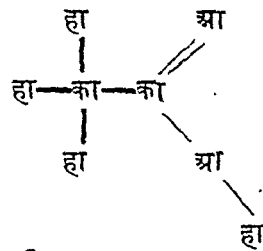
सकता । हाँ यदि कार् हा, हो तो अभी भी दो एलेक्ट्रन प्यासे बच रहेते हैं । उन्हें भी दो हाइड्रोजनोंसे तृप्त कर देनेपर एथेन गैस^१ बनती है । चित्र ४४ ।

कुछ पदार्थोंके रासायनिक विश्लेषण निम्न चित्रों (४५-४८)से मालूम हो जायेंगे—हेक्सेन् (कार् हा_{१२}) चित्र ४५



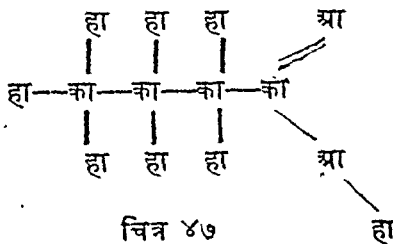
चित्र ४५

एसेटिक एसिड (कार् हा_४ आ_२) (चित्र ४६) एक प्रकारका तेजाब (एसिड) है—आक्सीजनमें दो प्यासे एलेक्ट्रन होते हैं । याद रखना चाहिए, कि यदि किसी गुच्छकके सभी एलेक्ट्रन तृप्त नहीं हैं, तो उसका रूप स्थिर नहीं होता ।



चित्र ४६

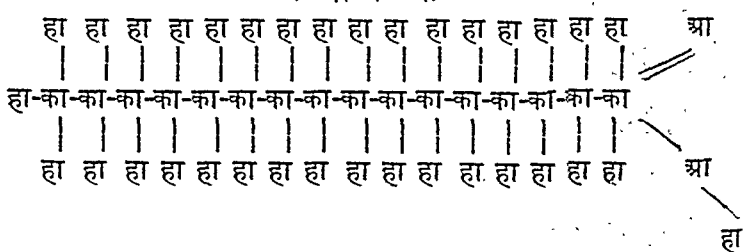
बुटिरिक तेजाब है (कार् हा_८ आ_२) चित्र ४७—



चित्र ४७

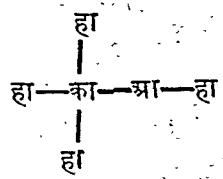
^१ Ethene gas.

पामिटिक तेजाव है (का_१हा_२आ_३) चित्र ४८—



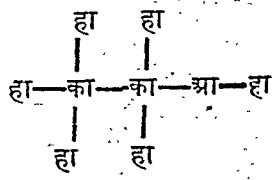
चित्र ४८

हर तेजावके चित्रमें का आ हा आ (का आ^३ हा) आता है, इसलिए उपरोक्त तीन तेजावोंके सूत्रोंको का हा_३ का आ आ हा, का_३ हा_३ का आ आ हा, का_{१५} हा_{३३} का आ आ हा लिखते हैं। सूत्रमें बार-बार और चित्रमें एक जगह आनेवाले ये सूत्राक्षर पदार्थकी जातिको बतलाते हैं, जैसे कि ऊपर का आ आ हा तेजावोंको बतलाता है, इन्हें बीजाक्षर कहते हैं। का आ आ हा बीजाक्षर जिसमें आये, वह प्राणिज-तेजाव है। आ हा रेडिकल जिसमें आता है, वह किसी तरहका अल्कोहिल (मद्यसार) होगा जैसे—



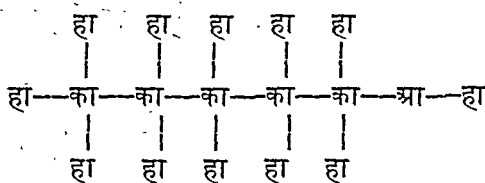
चित्र ४९

मिथिल मद्यसार (का हा_३ आ हा) मिथिनमें आक्सीजनका एक परमाणु बढ़ानेसे (चित्र ४९)—



एथिल मद्यसार (का_३ हा_६ आ हा) — एथिनमें एक आक्सीजन बढ़ाने-से (चित्र ५०) —

अमिल मद्यसार (का, हा, आ हा) चित्र ५१—



चित्र ५१

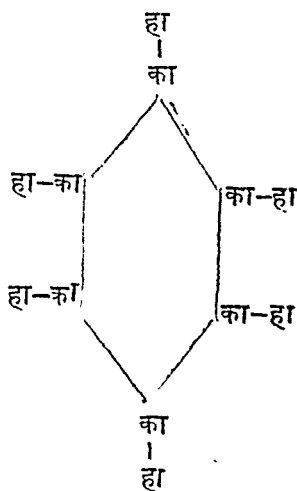
मद्यसार, जल और तेजावमें बहुत अन्तर है, किन्तु वह अपनी बनावटमें कितने नज़दीक है, यह उनके सूत्रोंसे पता लग रहा है (चित्र ५२)—

मद्य	हा आ
तेजाव	हा आ आ का (का आ आ हा)
जल	हा आ हा (हा हा आ)

चित्र ५२

कार्बन परमाणुओंके योग छोरसे छोर मिलाकर ही नहीं वृत्तते, वे दूसरी शकलमें भी मिलाये जा सकते हैं, और उनसे बनी चीज़ एक नई चीज़ हो सकती है। उदाहरणार्थ बेंजेन^१ (का, हा, आ)को ले लो—

चित्र (५३)से मालूम होगा, कि इसके सभी एलेक्ट्रन तृप्त हैं, जिनमें तीन जगह तो दुहरे एलेक्ट्रनोंके गठबन्धन किया है। बेंजेन् अल्कतरासे निकलती है।



चित्र ५३

साइक्लो-हेक्सन् (का, हा, आ) (चित्र ५४) यहाँ इकहरे एलेक्ट्रनोंका मेल हुआ है, और वह भी परजातीय (हाइड्रोजन)

^१ Benzene.

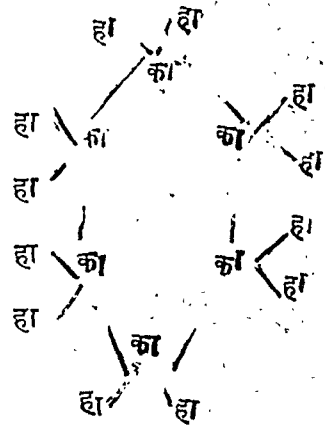
के एलेक्ट्रनोंके साथ । ये छल्लेदार या बलयाकार सूत्र हैं । इन सूत्रोंकी बनावटको देखने हीसे पता लग जायेगा, कि दूसरे सहयोगी परमाणुओंके एलेक्ट्रनोंकी संख्याके योग-विभागसे कार्बन लाखों तरहके पदार्थ बना सकता है । का आ, का ना, का ना आ, का हा, का हा, का आ आ उ, का हा आ, का हा आ हा आदि बहुतसे कार्बनके बीजाक्षर हैं । कार्बनके दस लाखके करीब योग तो ज्ञात हैं जिनमेंसे आधोंका रहस्य प्रकृतिसे छीना जा चुका है, और वे रसायन शालाओंमें बनाये जाने लगे हैं ।

गुच्छकमें जितने ही अधिक परमाणु बाहरी एलेक्ट्रनों द्वारा बाँधकर लाये जावेंगे, उतना ही उनसे बना योग भारी होगा ।

सभी परमाणु एक दूसरेसे नहीं मिल सकते । मेल उन्हींमें होता है, जिनमें **अनुरूपता**^१ होती है । यह अनुरूपता बाहरी एलेक्ट्रनोंकी विशेष संख्यापर निर्भर है ।

अणुओंको आपसमें मिलाकर उन्हें अणु-गुच्छकके रूपमें परिणत करना **मेल-मिलाप**^२ शक्तिका काम है । इसीके ऊपर पदार्थका गैस, तरल या ठोस अवस्थामें होना निर्भर है । तापमान इसमें कितना साधक-बाधक होता है, इसके बारेमें कुछ कहा जा चुका है, और आगे भी कहा जानेवाला है ।

ऊपर कार्बनके योगके बारेमें बतलाया गया है । इसी प्रकार दूसरे परमाणुओंके योगसे भी भिन्न-भिन्न पदार्थ बनते हैं । जगतकी सारी वस्तुएँ इसी तरहके योग हैं—



चित्र ५४

^१ Affinity.^२ Cohesion.